

Aus der Röntgenabteilung
des Bundeswehrkrankenhauses Hamm
Leiter: habil. Dr. med. Robert Krieg

Röntgentopographische Untersuchungen
über die Orientierung
des Innenohres zur Ohr-Nasion-Ebene

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
des Bereichs Humanmedizin
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von
Klaus Schievelbein
Ueckermünde/Vorpommern

Gießen 1972

Aus der Röntgenabteilung
des Bundeswehrkrankenhauses Hamm
Leiter: habil. Dr. med. Robert Krieg

Röntgentopographische Untersuchungen
über die Orientierung
des Innenohres zur Ohr-Nasion-Ebene



INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
des Bereichs Humanmedizin
der Justus Liebig-Universität Gießen

vorgelegt von

Klaus Schievelbein

Ueckermünde/Vorpommern

Gießen 1972

Ans der Königsbibliothek
des Bundeswehrentwicklungsamtes
Leiter: habil. Dr. med. Robert Krieg

Röntgendiagnostische Untersuchungen
über die Orientierung
des Innenohres zur Ohr-Nasen-Ebene



INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung des Doktorgrades
des Bereichs Humanmedizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Vorgelegt von

Dekan: Prof. Dr. Hj. Staudinger

Referent: Prof. Dr. I. Bayindir

Korreferent: Prof. Dr. K. Fleischer

Doktorvater: habil. Dr. med. Robert Krieg

Gießen 1973

Meinen lieben Eltern
in Dankbarkeit gewidmet

RÖNTGENTOPOGRAPHISCHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER DIE

ORIENTIERUNG DES INNENOHRES ZUR OHR-NASION-EBENE

INHALT

	<u>Seite</u>
1.0 Einleitung	1
2.0 Fragestellung	1
3.0 Methode	2
4.0 Diskussion der Methode	2
4.1 Bezugsstrukturen und Bezugsgröße	2
4.2 Orientierungsebene	3
4.3 Möglichkeiten und Grenzen	5
5.0 Voruntersuchung am isolierten Felsenbein	6
6.0 Voruntersuchung an axialen Schädelbasisaufnahmen	7
7.0 Untersuchungsmaterial	8
8.0 Untersuchungstechnik	8
8.1 Schädelhalterung	8
8.2 Einstellung der Schädel	10
8.3 Markierung der Ohr-Nasion-Ebene	11
8.4 Zentrierung	12
8.5 Technische Daten	12
8.6 Kassette	12
8.7 Röntgenfilmmaterial	13
8.8 Entwicklung	13
8.9 Schichtuntersuchung	13
9.0 Diskussion der Untersuchungstechnik	14
10.0 Röntgenkranimetriische Auswertung der Schichtaufnahmen	16

	<u>Seite</u>
10.1 Meßmethode	16
10.2 Diskussion der Meßmethode	18
10.3 Ergebnisse	19
11.0 Diskussion der Ergebnisse	20
12.0 Zusammenfassung	23
13.0 Schlußbetrachtung	23
14.0 Literaturverzeichnis	26

Anhang (Abbildungen, Tabellen)

1.0 EINLEITUNG

Die zur Darstellung des menschlichen Felsenbeines in jahrzehntelanger Forschung entwickelte Röntgentechnik gibt bis hin zur Röntgenschnittuntersuchung zahlreiche standardisierte Spezialeinstellungen an. Ihnen gemeinsam ist die Anweisung, den zu untersuchenden Kopf und gegebenenfalls den Zentralstrahl der Röntgenröhre in bestimmten, aus der Erfahrung gewonnenen Winkeln gegen die Filmebene einzustellen. Dabei wird die in vielfachen Untersuchungen bestätigte individuelle Variation der abzubildenden Strukturen - besonders augenfällig durch die Seitenasymmetrie beim Einzelindividuum - nicht berücksichtigt, was bei gleicher Einstellung der Schädelbasis bei verschiedenen Patienten zu unterschiedlichen Projektionen auf dem Röntgenbild führt.

Gelänge es, metrische Beziehungen zwischen am menschlichen Kopf äußerlich ablesbaren Punkten und den abzubildenden Teilen der Schädelbasis aufzuzeigen, könnte bei spezieller röntgenologischer Fragestellung der individuellen Variation bei der Einstellungstechnik Rechnung getragen werden. Auf dem Wege zu diesem Fernziel wird nachstehend der Versuch der Zuordnung von Strukturen des Innenohres zu einer am Kopf äußerlich ablesbaren Orientierungsebene unternommen.

2.0 FRAGESTELLUNG

Die im Röntgenschnittbild dargestellten Strukturen des Innenohres, Schnecke und Bogengänge, sollen in ihrer Lage der Ohr-Nasion-Ebene (ONE) zugeordnet werden. Sie ist am Cranium durch das Nasion (Schnittpunkt der Sutura nasofrontalis mit der Mediansagittalen, MARTIN, SALLER, 22) und beide am Oberrand des Porus acusticus externus gelegenen Spinae supra meatum festgelegt. Die genannten Punkte sind ebenso am lebenden Menschen auffindbar, so daß durch die vorliegende an Totenschädeln durchgeführte Untersuchung auch eine Zuordnung von Strukturen des Innenohres zur ONE am Lebenden ermöglicht werden soll.

3.0 METHODE

Röntgenkranio-metrische Auswertungen der Schichtaufnahmen von Felsenbeinen an Totenschädeln sollen die Beantwortung der gestellten Frage ermöglichen. Als definierte Bedingung gilt: Die Innenohrlängsachse des jeweiligen Felsenbeines sowie die ONE sind senkrecht zur Filmebene einzustellen.

4.0 DISKUSSION DER METHODE

4.1 Bezugsstrukturen und Bezugsgröße

Für die vorliegende Untersuchung ergab sich aus den Bezugsstrukturen Vestibulum und Basalwindung der Cochlea die Wahl der Innenohrlängsachse als Bezugsgröße zur Einstellung des zu untersuchenden Felsenbeines. Dabei waren Überlegungen von STENVERS (27) maßgebend, der sich bei der Entwicklung seiner Röntgeneinstellung des Felsenbeines vom Verlauf der Strukturen des Innenohres, der Schnecke und des Vestibulums leiten ließ. Die bisher angegebenen Techniken zur Schichtuntersuchung quer zum Verlauf der Felsenbeinpyramide gehen von Winkelangaben aus, die nicht streng am Verlauf der Längsrichtung der Strukturen des Innenohres orientiert sind. So schlägt beispielsweise WULLSTEIN (30) vor, dabei den Kopf in Rückenlage um 25° aus der Ebene der seitlichen Schädelaufnahme zu drehen, während MÜNDNICH und FREY (23) für die axiale Schichtuntersuchung der Pyramide eine Drehung von 45° angeben. Bei etwas geänderter Fragestellung arbeiten GROS, WALTER, BLOCH u. BOURJAT (12) zur Darstellung der medialen Wand der Paukenhöhle, also der lateralen Wand des Innenohres, mit einer Drehung des Kopfes um 30° aus der Ebene der ap-Schädelaufnahme. Winkelangaben von $20 - 30^{\circ}$ Drehung zur untersuchten Seite finden sich auch bei HÜLSE, REISNER u. GOSEPATH (15) für die Schichtuntersuchung des ovalen Fensters senkrecht zu seiner Längsachse, das ja im Bereich der lateralen Wand des Vestibulums liegt.

4.2 Orientierungsebene

Die Wahl der ONE als Orientierungsebene mußte sich von dem Gedanken leiten lassen, daß die sie festlegenden Punkte in ihrer Lage möglichst konstant sind. Es wird hier das Problem der horizontalen Bezugsebene am Schädel angesprochen, das von seiten der Anatomie, Anthropologie und Zoologie wiederholt in der Literatur diskutiert worden ist. LÜTHY (21) gibt in seiner ausführlichen Abhandlung über "die vertikale Gesichtsprüfung und das Problem der Schädelhorizontalen" als rationellste Vergleichsebene für Messungen am Gesichtsschädel die Ohr-Augen-Ebene (Frankfurter Horizontale) an. Seine Messungen an 387 Schädeln verschiedener Rassen zeigen, auf diese Ebene bezogen, die geringste Streuung innerhalb einer Rasse mit der im Vergleich zu anderen Ebenen deutlichsten interrassischen Standardabweichung. Der Autor betont, daß "die rationellste Orientierungsebene für Messungen, die ausschließlich den Gehirnschädel betreffen", noch zu bestimmen sei. Gegen die Frankfurter Horizontale wird von anderer Seite (THOMSON, RANDALL-MACIVER u. a. in LÜTHY, 21) angeführt, "daß infolge der Variationen am unteren Orbitalrande und am Meatus acusticus externus die Bestimmungspunkte großen Schwankungen unterworfen sind". Die von ihnen vorgeschlagene Horizontale wird willkürlich 27° zur Schädelbasis konstruiert und ist für die Bedürfnisse röntgenologischer Einstellungstechnik ungeeignet. Dieses gilt für alle anderen Orientierungsebenen, die von Bestimmungspunkten ausgehen, die nur an Totenschädeln auffindbar sind. Hierunter fällt leider auch die Bolton-Ebene (Verbindungsline vom höchsten Punkt der Fossa retrocondylaris zum Nasion), die als am wenigsten variable Ebene während der Phylo- und Ontogenese der Schädelbasis (BOLTON, 7) angesehen wird. Neue Untersuchungen von SEEHOLZER (25) zeigen jedoch eine enge Beziehung der ONE zur Bolton-Ebene. Diese schneiden sich unter einem Winkel von nur $4,9^{\circ}$ bei einer Standardabweichung von $\pm 1,5^{\circ}$, was sich als weiteres Argument für die ONE als Orientierungsebene werten läßt. Die Wahl eines schädelbasisfernen frontalen Punktes für die Orientierungs-

ebene erscheint bei einer Untersuchung an der Schädelbasis nicht sinnvoll, so daß für verschiedene Gesichtswinkel herangezogene Horizontalen, die ihren Ausgangspunkt z. B. von der Spina nasalis anterior, dem freien Rand der Incisivi, dem Unterrand des Processus alveolaris des Oberkiefers oder vom Oberrand des Jochbogens nehmen, wegfallen.

Schließlich bleibt die Wahl zwischen Glabella und Nasion. Wenn A. SCHULTZ (24) bei seinen Untersuchungen an der Schädelbasis als Ausgangspunkt für die Horizontale der Schädelbasis die Glabella wählt, gleichzeitig aber feststellt: "Wichtigstes und grundlegendstes direktes Maß der Schädelbasis ist die vom Nasion zum Basion führende Länge", so liegt darin ein gewisser Widerspruch. Die Begründung des Autors faßt die Nachteile des Nasion als Ausgangspunkt für die Schädelbasishorizontale zusammen:

"Ich habe die Glabella als vorderen Ausgangspunkt für die beiden Horizontalen dem Nasion vorgezogen, da ich sie, allerdings ohne einen exakten Beweis dafür erbringen zu können, für den in Vertikallage konstanteren Punkt halte. Das Nasion ist in vertikaler Richtung von der Ausbildung des Processus nasalis ossis frontalis abhängig, in welches es sich wieder, besonders bei nach oben zusammenlaufender Sutura nasofrontalis, hineinschieben kann. Die Nasionlage kann endlich auch um mindestens 1 mm nach oben oder nach unten schwanken, je nachdem die Nasofrontalnaht, wie dies ein Mediansagittalschnitt sichtbar machen würde, senkrecht oder schief auf die Tabula externa steht".

Bei der vorliegenden Untersuchung wurde dennoch das Nasion als frontaler Bestimmungspunkt für die Orientierungsebene gewählt, weil es sicherer auffindbar ist als die nicht so markant von der Umgebung abgesetzte Glabella, deren Ausbildung auch deutlich von der Form der Sinushöhlen abhängt.

Als occipitalen Bestimmungspunkt für die Orientierungsebene gab es zur Spina supra meatum bzw. wo sie fehlte, der Mitte des Oberrandes des Forus acusticus externus beidseits keine gleichwertige Alternative. Wohl ist die Lage der Ohröffnung vertikal "unvergleichlich variabler als horizontal" (LÜTHY, 21), doch weisen andere Strukturen, die nicht so eng mit

der Schädelbasis in Verbindung stehen, noch weit größere Variabilität auf, so z. B. die Spitze des Processus mastoideus (SCHULTZ, 24).

An Totenschädeln läßt sich das Nasion sicher auffinden. Zu seiner Lokalisierung am lebenden Menschen geben MARTIN u. SALLER (22) folgenden Hinweis: "Man findet den Punkt am besten, wenn man seine rechte Hand ruhig auf den Kopf des zu messenden Individuums legt und mit dem lateralen Rand der Daumenbeere unter leichtem Druck die Haut auf der Nasenwurzel auf und ab schiebt. Man beachte, daß das Nasion in der Regel im Niveau der medialen Enden der härenen Augenbrauen, meist an deren Unterrand, nicht in Höhe der Lidspalte gelegen ist." Das Nasion ist nicht identisch mit der am tiefsten eingesattelten Stelle der Nase. SEEHOLZER (25) fand, daß beide Punkte bei 11 % von 71 untersuchten Schädeln um 2 mm+/- 0,5 mm voneinander abweichen.

4.3 Möglichkeiten und Grenzen

Für die Beantwortung topographischer Fragen an der Schädelbasis stellt die Methode der Röntgenkranimetrie von Schichtaufnahmen ein sehr vorteilhaftes Verfahren dar. Vergleichbar dem Prinzip der zerstörungsfreien Materialprobe läßt sich das Felsenbein durch die Röntgenschnittuntersuchung in verschiedene Schichtebenen zergliedern und messen ohne dabei zerstört zu werden.

Entsprechend der dreidimensionalen Ausdehnung des Labyrinthes ist bei einer Schichtuntersuchung senkrecht zur Innenohrlängsachse eine direkt auf den Schichtaufnahmen meßbare Aussage von den quergeschnittenen Strukturen zu erwarten, also vom posterioren und lateralen Bogengang sowie von der Schnecke. Die Auswertung zweier Schichtaufnahmen eines Felsenbeines, die in unterschiedlicher Höhe angefertigt werden, führt außerdem zu einer indirekten Aussage. So läßt sich der Neigungswinkel der Längsachse des Labyrinthes zur ONE durch Streckenmessungen an zwei aufeinanderfolgenden Schichtaufnahmen ermitteln. In gleicher Weise kann eine Aussage über die

Neigung des lateralen Bogenganges zur ONE in fronto-occipitaler Richtung erfolgen.

Da der anteriore Bogengang bei der gewählten Schichtrichtung parallel zur Schichtebene liegt, sind hier metrische Angaben über seine Orientierung zur ONE nicht möglich.

5.0 VORUNTERSUCHUNG AM ISOLIERTEN FELSENBEIN

Für die folgende Untersuchung war die Kenntnis des Verlaufs der Innenohrlängsachse erforderlich, die als Tangente an die Basalwindung der Cochlea und das Vestibulum auf axialen Schädelbasisaufnahmen definiert ist (TAHALELE, 28, KRIEG u. TAHALELE, 17). Um eine zuverlässige Beurteilung der Projektionsfigur des Labyrinthes zu erlernen, wurde zunächst ein isoliertes Felsenbein systematisch geröntgt. Eine spezielle Halterung, nach dem Prinzip einer kardanischen Aufhängung entwickelt, ermöglichte definierte, reproduzierbare Einstellungen des Felsenbeines in jeder Richtung des Raumes (Abb. 1).

Bei Serienuntersuchung mit stufenweise Rotation des Felsenbeines um eine Achse bei konstanter Einstellung an den beiden anderen Achsen konnten unklare Überlagerungsphänomene erkannt werden. Auf diese Weise ließ sich eine Vorstellung von der überlagerungsfreien Projektionsfigur des Innenohres gewinnen, was die Konstruktion der Innenohrlängsachse auf axialen Schädelbasisaufnahmen erleichterte.

Zwei Beobachtungen während der Voruntersuchung seien besonders erwähnt: Auffallend war einmal der deutlich geschwungene Verlauf der Bogengänge jeweils senkrecht zur Ebene ihres Krümmungsradius. Das hat Konsequenzen bei der Interpretation von Schichtaufnahmen der Bogengänge, die später erwähnt werden.

Zweitens zeigte sich das Labyrinth in Richtung der Innenohrlängsachse in der

größten Ausdehnung, wenn die Pyramidenunterfläche an der Spitze in ihrer Längsachse um 30° angehoben wurde. Damit ist ein Hinweis auf die Neigung der Längsachse des Labyrinthes gegeben, die aus anatomischen Beschreibungen bekannt ist (BECK, 1, BENNINGHOFF, 4), über deren Ausmaß jedoch keine Angaben bestehen. Die Winkelangabe von 30° aus der Voruntersuchung am isolierten Felsenbein nimmt ein später röntgenkranimetrisch ermitteltes Ergebnis vorweg, wonach die occipito-frontale Neigung der Längsachse des Labyrinthes zur ONE $28,5^{\circ}$ mit einer Standardabweichung von $\pm 7,3^{\circ}$ beträgt.

6.0 VORUNTERSUCHUNG AN AXIALEN SCHÄDELBASISAUFNAHMEN

Die unter der Methode genannten definierten Untersuchungsbedingungen erforderten die Kenntnis des Winkels, den die Innenohrlängsachse mit der Mediansagittalen - einer Verbindungslinie zwischen der auf axialen Schädelbasisaufnahmen sichtbaren Spitze der Crista frontalis mit dem Mittelpunkt des hinteren Randes des Foramen magnum (Basion) - bildet. Er wurde auf axialen Schädelbasisaufnahmen der zu untersuchenden Totenschädel gemessen, die für die Aufnahme mit der ONE parallel zur Filmebene eingestellt worden waren (Abb. 2). Um die Röntgenschichtaufnahme möglichst sicher in den Bereich des Labyrinthblockes legen zu können, wurde an den axialen Schädelbasisaufnahmen jeweils außerdem die Entfernung der Mitte der Basalwindung der Cochlea zum Schnittpunkt der Innenohrlängsachse mit dem hinter dem Porus acusticus externus gelegenen Teil der Schädelkapsel gemessen. Diese Strecke wird im folgenden "s" genannt. Sie stellt lediglich eine Richtgröße für die Einstellung der Schichthöhe am Schichtgerät dar und keinen absoluten Wert der Entfernung Cochlea-Schädelkapsel, entlang der Innenohrlängsachse gemessen, da einerseits der Vergrößerungsfaktor bei den axialen Schädelbasisaufnahmen nicht berücksichtigt wurde, andererseits die Schädelkapsel in ihrem lateralen Bereich konvex gewölbt ist, so daß die axiale Röntgenaufnahme der Schädelbasis ein Summationsbild der in der

ONE in verschiedener Höhe verschieden großen Schädelumfänge darstellt. Für die nachstehend beschriebene Technik der Schichtuntersuchung von Felsenbeinen wurde angenommen, daß die Strecke "s" am Totenschädel der Entfernung vom Schnittpunkt der Verlängerung der Incisura mastoidea mit der ONE bis zur Mitte der Basalwindung der Cochlea entspricht.

7.0 UNTERSUCHUNGSMATERIAL

An 66 mazerierten Leichenschädeln ließen sich 129 Felsenbeine untersuchen. Die Zusammensetzung des Kollektivs ist aus Tabelle I ersichtlich; sie ist rein zufällig.

8.0 UNTERSUCHUNGSTECHNIK

8.1 Schädelhalterung

Um jeden Schädel senkrecht zur Innenohrlängsachse und ONE röntgen zu können, erfolgte die Konstruktion einer speziellen Vorrichtung, die folgende Anforderungen erfüllen mußte:

- Fixierung von Schädeln unterschiedlicher Form und Größe,
- Ermöglichung definierter axialer Rotation der fixierten Schädel.

Beide Forderungen mußten erfüllt werden, ohne daß die Halterung selbst auf den Schichtaufnahmen störend schattengebend sichtbar wurde. Im Prinzip konnten sie durch das für die Voruntersuchung am isolierten Felsenbein entwickelte Gerät erfüllt werden (Abb. 3). Einspannung, Rotation und Markierung waren jedoch bei dem komplizierten Ringsystem für eine Reihenuntersuchung zu aufwendig. Abb. 4 a und b zeigen ein für die spezielle Einstellung entwickeltes stabileres Gerät.

Es besteht aus einer Bodenplatte, die ein Ausgleichsgewicht von 5 kg trägt.

Dadurch wird die Kopflastigkeit der Vorrichtung, die durch den Fixierungsbogen und den eingespannten Schädel bedingt ist, ausgeglichen. Mit der Bodenplatte rechtwinklig verbunden ist das Stativ, das in 19 cm Höhe eine horizontale Bohrung für die Trägerschraube des Fixierungsbogens enthält. An seiner Stirnseite ist die Ablesemarke für die definierte Rotation der Schädel angebracht. Der Fixierungsbogen wird durch einen Halbkreis aus Holz dargestellt, dessen Querschnitt 40/40 mm beträgt. Er ist aus vier Einzelelementen, die aneinandergeleimt wurden, zusammengesetzt, so daß er formstabil bleibt. Der Scheitel des Bogens ist am äußeren Umfang auf einer Strecke von 12 cm eben abgesägt, wodurch in diesem Bereich die Krümmung des Halbrings außen wegfällt. Dadurch wird der Fixierungsbogen am Scheitel seiner Krümmung flächenschlüssig mit dem Stativ verbunden, so daß seine Ebene bei jeder Rotation senkrecht zu der des Stativs steht. Der Bogen enthält vier Bohrungen, von denen eine im Scheitelpunkt der Krümmung liegt. Durch sie wird die Trägerschraube geführt, die den Fixierungsbogen am Stativ befestigt. Eine Flügelmutter am Ende der Trägerschraube läßt sowohl eine Rotation um deren Achse, als auch die Fixierung des Bogens am Stativ unter jedem beliebigen Winkel zu. Drei weitere Bohrungen dienen der Aufnahme von Haltebolzen. Einer von ihnen befindet sich an einem Ende des hölzernen Halbringes und trägt an seiner Spitze eine gepolsterte Metallklemme zur Aufnahme des knöchernen Nasenskelettes des Totenschädels. Ihm gegenüber am anderen Ende des Bogens befindet sich ein Haltebolzen, der die Occipitalregion der Schädel tragen soll. An seiner Spitze ist eine hohle Halbkugel aus Hartgummi mit einem inneren Durchmesser von 8,8 cm und einer Tiefe von 2,2 cm befestigt. Schädel unterschiedlicher Größe senken sich unterschiedlich tief mit ihrer Occipitalregion in diese Hohlkugel, so daß in jedem Fall eine gute, nicht schattengebende Fixierung gewährleistet ist. 40° von der Nasionhalterung entfernt befindet sich der dritte Haltebolzen mit einem schaumgummigepolsterten 12 cm langen Metallbogen, der in der Frontalebene des eingespannten Schädels verlaufend dessen obere Frontalregion als Widerlager zur Occipitalhalterung aufnimmt. Alle Haltebolzen sind stufenlos in Richtung auf den Mittelpunkt des hölzernen Halbringes und

zurück verschieblich und können in beliebiger Stellung durch senkrecht zu ihrer Achse verlaufende Schrauben arretiert werden.

8.2 Einstellung der Schädel

Die Schädel wurden so in die Schädelhalterung eingespannt, daß das Nasion am Oberrand der Nasionhalterung lag. Für die weitere Einstellung war das Lichtvisier des Schichtgerätes notwendig. Der senkrecht zur Verwischungsrichtung verlaufende Balken des Fadenkreuzes des Lichtvisiers mußte über den Oberrand der Nasionhalterung und des Haltebolzens der Occipitalhalterung verlaufen. Der Schädel war dann so einzustellen, daß sich in dieser Linie auch die Crista supra meatum bzw. wo nicht vorhanden, der Oberrand des Porus acusticus externus befand. Es war nötig, daß diese Bedingung vor Beginn der Schichtuntersuchung auf beiden Schädelseiten gleichzeitig erfüllt wurde, da nur so eine Schichtung senkrecht zu der für beide Seiten geltenden ONE und nicht senkrecht zu einer Ohr-Nasion-Linie gewährleistet war. Diese Bedingung konnte dadurch erfüllt werden, daß zunächst eine Seite entsprechend eingestellt wurde; anschließend erfolgte eine axiale Rotation um 180° und eine Korrektur der Einstellung unter Beachtung der genannten Gesichtspunkte, wobei berücksichtigt werden mußte, daß bei einseitiger Verschiebung des Schädels die Gegenseite zwangsläufig mitverschoben wird. Dieser Vorgang wurde so oft wiederholt, bis beide Seiten gleichzeitig in der ONE eingestellt waren. Anschließend erfolgte eine axiale Rotation, bis die Innenohrlängsachse des jeweiligen Felsenbeines senkrecht stand, so daß senkrecht zu ihr geschichtet werden konnte. Ausgehend von der seitlichen Schädelage, wobei die zu untersuchende Felsenbeinpyramide filmfern lag, erfolgte deshalb eine Drehung des Gesichtsschädels nach caudal um einen Winkel von 90° minus den Winkel "epsilon", den die Innenohrlängsachse mit der Mediansagittalen bildet (Abb. 2).

8.3 Markierung der ONE

Die ONE mußte als Orientierungsebene auf jeder Schichtaufnahme ablesbar sein. Eine direkte Markierung des Nasion und der Crista supra meatum durch Bleiplättchen würde nur bei Übersichtsaufnahmen eine Markierung gewährleisten, während sie auf Schichtaufnahmen in Höhe des Labyrinthes nicht zu sehen wäre. Dagegen ist ein in Schichtrichtung aufgestellter gerader Metalldraht durch seine in jeder Schichthöhe nachweisbare Querschnittsfigur als Markierung geeignet.

Ebenso wie beim Einspannen der Schädel wurde das Lichtvisier des Schichtgerätes bei der Anbringung der Markierungsdrähte zu Hilfe genommen. Entsprechend der oben beschriebenen Einstellungstechnik markierte der quer zur Verwischungsrichtung verlaufende Anteil des Lichtvisierkreuzes die ONE. Daher konnten die Markierungsdrähte an zwei beliebigen Punkten dieser Linie angebracht werden, sie mußten nur untereinander und gleichzeitig mit der Linie des Lichtvisiers optisch zur Deckung gebracht werden. Ihr Abstand hatte eine obere Grenze von 24 cm, die durch die Röntgenfilmbreite vorgeschrieben war.

Eine frontale Markierung ließ sich in der Nähe des Nasion anbringen, indem am vorderen Haltebolzen Plastilin (LORITZ, 20) angedrückt wurde, in das man die Metallmarkierung gut einstecken konnte. Eine Anbringung des occipitalen Markierungsdrahtes an der Occipitalregion war wegen der in diesem Bereich befindlichen Gummihalterung nicht möglich. Daher erfolgte die hintere Markierung durch das Foramen magnum mit einem in sich gebogenen Draht, bei dem die Verlaufsrichtung des innerhalb der Schädelkapsel gelegenen Anteiles genau der Verlaufsrichtung des äußerlich sichtbaren Teils des Markierungsdrahtes entsprach (Abb. 4 c). So war gewährleistet, daß bei Ausrichtung dieses Metalldrahtes in der ONE der in Schichthöhe des Labyrinths gelegene Anteil innerhalb der Schädelkapsel auch die ONE markierte. Die Fixierung der zweiten Markierung erfolgte ebenfalls mit Plastilin.

8.4 Zentrierung

Der Zentralstrahl wurde auf den gedachten Schnittpunkt der Verlängerung der Incisura mastoidea mit der durch den quer zur Verwischungsrichtung verlaufenden Balken des Lichtvisiers markierten ONE gerichtet (Zentrierpunkt, ZP).

8.5 Technische Daten für die Röntgenschnittuntersuchung

An dem Röntgenschnittgerät Multiplanigraph II der Fa. Siemens wurde ein Film-Fokus-Abstand von 115 cm eingestellt. Lineare Verwischung in cranio-caudaler Richtung, Pendelwinkel 40° . Für den in der genannten Weise eingestellten Schädel ließ sich die Schichthöhe ermitteln, indem die senkrechte Entfernung des Zentrierpunktes vom Untersuchungstisch gemessen wurde (Strecke "a"). Abzüglich des an den Schädelbasisaufnahmen gemessenen Wertes der Strecke "s" (s. o.) und unter Berücksichtigung eines Zuschlages von $Z = 1,5$ cm, weil ohne ihn nur die oberste Schicht im Bereich der Cochlea und die nächst folgenden außerhalb des knöchernen Labyrinthes gelegen hätten, ergab sich die Schichthöhe wie folgt:

$$SH = a - s + 1,5 \text{ cm}$$

Bei festliegender Höhe des Untersuchungstisches ließ sich die Schichtuntersuchung variieren, indem der Drehpunkt des Pendelsystems des Schichtapparates in seiner Höhe verändert wurde. Kleinste Höhenänderung 1 mm. Die Einstellung am Schalttisch (Gigantos) betrug 70 - 90 kV, 50 mAs, 1,2 sec.

8.6 Kassette

Es kam eine Simultankassette im Format 18 x 24 cm quer zur Verwendung. Der geringste Abstand zweier aufeinanderfolgender Schichten bei Simultanschichtung betrug 5 mm. Wegen dieses relativ großen Abstandes genügten

pro Schichtuntersuchung drei Filme. Zusätzliche Filme hätten bei richtiger Schichthöhe zwangsläufig Strukturen außerhalb des Labyrinthblockes abgebildet.

8.7 Röntgenfilmmaterial

Kodak RPS 14 - Filme im Format 18 x 24 cm wurden verwendet. Da sich die Untersuchung auf den Bereich der Pyramide beschränkte, konnte ein Film in je drei Streifen vom Format 6 x 24 cm zerschnitten werden, so daß für eine Schichtuntersuchung mit drei Schichten ein Film vom Format 18 x 24 cm ausreichte. Dieses Vorgehen erwies sich bei der Zahl der Untersuchungen (129 Felsenbeine mit meist mehr als zwei, bis zu sechs Schichtuntersuchungen) als filmsparend.

8.8 Entwicklung

Die Entwicklungszeit lag bei 90 sec. in einer Röntgenfilm-Entwicklungsmaschine, Gevomatic 250 U (Fa. Agfa-Gevaert).

8.9 Schichtuntersuchung

Nach Einstellung, Zentrierung und Markierung des jeweils zu untersuchenden Schädels wurde die Schichtuntersuchung durchgeführt. Dabei ergab in der Regel die erste Untersuchung auf wenigstens einer der drei Schichtaufnahmen eine Richtfigur (MÜNDNICH, FREY, 23), d. h. eine für die Schichtuntersuchung des Labyrinthes in der gewählten Projektion typische Darstellung. Entweder fand sich als ventrale Richtfigur die quergeschnittene Cochlea mit dem auf sie zulaufenden inneren Gehörgang (Abb. 5 a, b), oder es zeigte sich die dorsale Richtfigur der quergeschnittenen Bogengänge (Abb. 6 a, b), wobei in dieser Projektion der posteriore und laterale Bogengang in ihren beiden Schenkeln getroffen wurden, und die Querschnittsfiguren sich zu einer typischen Y-Form verbinden ließen.

Im günstigsten Fall kamen beide Richtfiguren auf zwei der ersten drei Aufnahmen zur Darstellung. Dann wurde die Schichthöhe um 2 - 5 mm variiert, so daß die nächste Schichtuntersuchung sicher im Labyrinth lag. Geling dieses, so war die Untersuchung des betreffenden Felsenbeines abgeschlossen. Fand sich nur eine Richtfigur unter den ersten drei Schichtaufnahmen, wurde die Schichthöhe entsprechend variiert, wobei berücksichtigt werden mußte, daß die Richtfigur der Cochlea von jener der Bogengänge etwa 5 - 8 mm entfernt zu erwarten ist. Zeigte sich bei der ersten Untersuchung keine Richtfigur, konnte in jedem Fall entschieden werden, ob die Schicht zu hoch oder zu tief lag, da sich die bei zu hoher Schichtlage anzutreffenden Cellulae mastoideae deutlich von dem bei zu tiefer Schichtebene auffindbaren Canalis caroticus unterscheiden ließen. Es erfolgte dann eine entsprechende Korrektur der Schichthöhe.

Bei allen Schichtaufnahmen mußte sofort überprüft werden, ob die Querschnittsfiguren der Metallmarkierungen frontal und occipital abgebildet waren, da eine Untersuchung ohne Darstellung der Orientierungsebene wertlos gewesen wäre.

Zeigten sich die Markierungen nicht auf der Aufnahme, mußten sie in der ONE in Richtung auf die Filmmitte verschoben und anschließend die Schichtuntersuchung wiederholt werden.

9.0 DISKUSSION DER UNTERSUCHUNGSTECHNIK

Während GEBAUER et al. (11) für alle Schichtuntersuchungen des Felsenbeines die lineare Längsverwischung bevorzugt, betonen MÜNDNICH u. FREY (23) und FREY (10), daß Schichtaufnahmen mit eindimensionaler Verwischung geometrische Nachteile haben, die darin begründet liegen, "daß die einzelnen Objektteile je nach ihrer Lage zur Pendelrichtung einen unterschiedlichen Verwischungsgrad erfahren und dadurch vor allem an unübersichtlichen Körpern mit großen Kontrastdifferenzen Störschatten zur Gel-

tung kommen, die kleinere Details oft überdecken". (FREY, 10). Die Autoren halten die polycyclische Methode für das Felsenbein mit seinen dreidimensional angeordneten Labyrinthanteilen für vorteilhaft, weil sie einen möglichst großen allseitigen Verwischungsgrad aufweist.

Die vorliegende Untersuchung basiert auf Schichtaufnahmen mit linearer Verwischung, wobei auf die bessere Detailerkennbarkeit bei anderen, apparativ aufwendigeren Verfahren verzichtet wurde. Für die topographische Zuordnung des Labyrinthes zur ONE genügten Aufnahmen mit linearer Verwischung.

Im Gegensatz zu den in der Praxis geübten Einstellungen befand sich bei der hier angewandten Technik das zu untersuchende Felsenbein plattenfern. Dieses war nötig, um die Markierung der ONE auf der Seite des jeweiligen Labyrinthes anbringen zu können, das zu diesem Zweck dem Lichtvisier der Röntgenröhre zugewandt sein mußte. Dadurch wurde der Vergrößerungsfaktor relativ groß, bis zu 1,4 (Abb. 9).

Die Einstellung der Schichthöhe erfolgte durch Variation des Drehpunktes des Pendelsystems, so daß der Schichtebenen-Abstand zum Untersuchungstisch zwischen 20 und 25 cm und entsprechend der Schichtebenen-Film-Abstand schwankte. Für die röntgenkranimetrische Auswertung der Schichtaufnahmen mußte daher der Vergrößerungsfaktor berücksichtigt werden, welcher der jeweiligen Schichthöhe entsprach (Abb. 9). Das von MÜNDNICH und FREY (23) verwendete Schichtgerät "Polytome" arbeitet dagegen mit konstantem Schichtebenen-Film-Abstand, so daß der Vergrößerungsfaktor stets gleich bleibt. Eine Variation der Schichtebene wird bei diesem System durch Heben und Senken des Patienten erreicht.

10.0 RÖNTGENKRANIOMETRISCHE AUSWERTUNG DER SCHICHT- AUFNAHMEN

10.1 Meßmethode

An den Schichtaufnahmen wurden jeweils drei Winkel (α , β , γ) direkt gemessen (Abb. 5 a, b, 6 a, b) und zwei Winkel (δ , π) indirekt aus Streckenmessungen an zwei aufeinander folgenden Schichtaufnahmen ermittelt (Abb. 10, 11). Bei allen Winkelmessungen stellte die Verbindungslinie der Mitte beider Querschnittsfiguren der Metallmarkierungen als Ausdruck der Orientierungsebene (ONE) einen Schenkel des Winkels dar.

Winkel α (Abb. 6 a, b):

Winkel zwischen ONE und Verbindungslinie der Querschnittsfiguren der Schenkel des lateralen Bogenganges. Wenn diese Verbindungslinie unterhalb der ONE lag, wurde der Winkel mit einem negativen Vorzeichen gekennzeichnet.

Winkel β (Abb. 6 a, b):

Winkel zwischen ONE und der Verbindungslinie der Querschnittsfiguren der Schenkel des posterioren Bogenganges.

Winkel γ (Abb. 5 a, b):

Winkel zwischen ONE und der Tangente an die Querschnittsfigur der Basalwindung der Cochlea.

Winkel δ (Abb. 11):

Vereinfacht betrachtet stellt der laterale Bogengang eine annähernd halbkreisförmige Ringfigur dar, deren Konvexität auf die Innenohrlängsachse bezogen nach occipital gerichtet ist. Denkt man sich durch diese Ringfigur eine Fläche gelegt, die beide Bogengangsschenkel verbindet, so bildet sie mit der Orientierungsebene zwei Winkel. Einer gibt die Neigung der Fläche gegen die ONE in medio-lateraler Richtung an; er entspricht dem oben genannten Winkel α . Der zweite Winkel ist Ausdruck der Neigung der Fläche gegen die Orientierungsebene in fronto-occipitaler Richtung. Diese Größe soll mit dem

Winkel delta beschrieben werden. Da die vorliegende Untersuchung nur Schichtaufnahmen senkrecht zur Innenohrlängsachse aufweist, läßt sich der Winkel delta nicht direkt messen, sondern nur dadurch ermitteln, daß man den senkrechten Abstand der Querschnittsfigur des lateralen Schenkels des lateralen Bogenganges (QB) zur ONE auf zwei aufeinander folgenden Schichtaufnahmen mißt. Unter Berücksichtigung des der jeweiligen Schichthöhe entsprechenden Vergrößerungsfaktors (Abb. 9) (BERNARD et al. , 6) entspricht die Größenänderung der Strecke QB - ONE pro Schichthöhenunterschied dem Neigungswinkel des lateralen Schenkels des lateralen Bogenganges in fronto-occipitaler Richtung.

Winkel pi (Abb. 10):

Dieser Winkel gibt das Ausmaß der Neigung der Labyrinthlängsachse gegen die ONE an. Der Begriff Innenohrlängsachse wurde von KRIEG (16), KRIEG u. TAHALELE (17) und TAHALELE (28) definiert als Tangente an die Basalwindung der Cochlea und das Vestibulum auf axialen Übersichtsaufnahmen der Schädelbasis. Definitionsgemäß läßt sich die Innenohrlängsachse nicht auf Schichtaufnahmen senkrecht zur Innenohrlängsachse konstruieren. Daher war es nötig, eine neue Achse einzuführen, die auf axialen Felsenbeinschichtaufnahmen einen Anhalt für die Richtung der Längsausdehnung des Labyrinthes gibt. Hier wurde die Verbindungslinie zwischen der Mitte der Verbindungslinie der Querschnittsfiguren beider Schenkel des posterioren Bogenganges und der Mitte der Basis der Querschnittsfigur der Cochlea gewählt (Abb. 10).

Das Ausmaß der Neigung dieser Labyrinthlängsachse gegen die ONE wird also durch den Winkel pi beschrieben, der ebenfalls indirekt ermittelt wird. Hierzu sind zwei Streckenmessungen und deren Korrektur um den der jeweiligen Schichthöhe entsprechenden Vergrößerungsfaktor erforderlich. Die erste Strecke (x) wird durch den senkrechten Abstand des Mittelpunktes zwischen den Querschnittsfiguren der Schenkel des posterioren Bogenganges zur ONE angegeben, die zweite (y) durch den senkrechten Abstand der Mitte der Basis der Querschnittsfigur der Cochlea zur ONE.

Die um den Vergrößerungsfaktor korrigierten Streckenwerte wurden im Maßstab 10 : 1 im Abstand der unterschiedlichen Schichthöhen beider Querschnittsfiguren auf Millimeterpapier eingezeichnet, so daß sich der Winkel π zeichnerisch ermitteln ließ (Abb. 10).

Strecke x und y :

Die genannten Strecken x und y sind nicht nur Hilfsgrößen zur Bestimmung des Winkels π , sie geben darüber hinaus um den Vergrößerungsfaktor reduziert ein absolutes Maß für die Entfernung der Schnecke und des posterioren Bogenganges zur ONE (x^* , y^*).

10.2 Diskussion der Meßmethode

Die indirekte Winkelbestimmung aus Streckenmessungen ist problematisch. Dies gilt für die Winkel δ und π . Besonders dort, wo aus zwei dicht aufeinander folgenden Schichtaufnahmen ein Neigungswinkel (δ) ermittelt wird, kommt die Methode an die Grenze ihrer Aussagekraft. Die Mechanik des Schichtgerätes ermöglichte die Einstellung von 1 mm Höhendifferenz bei Successivschichtung. Unter Berücksichtigung der Schichtdicke, die bei dem verwendeten Gerät bei etwa 0,5 bis 2 mm liegt, läßt sich aus Schichthöhendifferenzen von 1 - 3 mm keine korrekte Aussage über einen Neigungswinkel machen. Dazu kommt, daß die Streckendifferenzen zum Teil wenige Zehntelmillimeter betragen, so daß man sie bei Messung mit einer Millimeterskala schätzen muß. Weitere Fehlerquellen sind bei dieser Größenordnung die Dicke des Bleistiftstriches und die Einzeichnung der Verbindungslinie der Querschnittsfiguren der Metallmarkierungen. Auf kurze Distanzen macht sich bei Schichtaufnahmen der Bogengänge deren geschwungener Verlauf senkrecht zur Ebene ihres Krümmungsradius nachteilig bei der indirekten Bestimmung der Neigung der Bogengangsebene bemerkbar. Eine kleine Ausbiegung des lateralen Bogenganges senkrecht zur ONE täuscht dann einen Neigungswinkel der Bogengangsebene vor, der nicht ihrer Hauptrichtung entspricht.

10.3 Ergebnisse

Tabelle II und III enthalten die Ergebnisse der Einzelmessungen, Tabelle IV zeigt die statistische Auswertung der Meßwerte (HASELOFF, 13) und deren Differenzierung nach Rassen. Im einzelnen sind folgende Ergebnisse zu nennen:

- 1) Die Ebene des lateralen Bogenganges bildet mit der ONE in medio-lateraler Richtung - bezogen auf die Innenohrlängsachse - einen Winkel von $4,7^{\circ}$ ($s = \pm 6^{\circ}$).
- 2) Aus indirekter Winkelmessung durch Streckenmessung an zwei aufeinander folgenden Schichtaufnahmen ergibt sich eine fronto-occipitale Neigung des lateralen Bogenganges in Richtung der Innenohrlängsachse um 4 bis 10° gegen die ONE ($s = \pm 10,6$ bis $\pm 6,8^{\circ}$).
Dabei ist der größere Betrag des Winkels delta wahrscheinlicher, weil er aus Schichtaufnahmen im Abstand über 3 mm ermittelt wurde.
- 3) Die Ebene des posterioren Bogenganges bildet mit der ONE einen Winkel von $94,6^{\circ}$ ($s = \pm 7^{\circ}$) in einem nach lateral zu offenen Winkel.
- 4) Die Labyrinthlängsachse, dargestellt durch die Strecke von der Mitte der Verbindungslinie der Querschnittsfiguren der Schenkel des posterioren Bogenganges zur Mitte der Basis der Querschnittsfigur der Schnecke ist von occipital nach frontal um $28,5^{\circ}$ gegen die ONE geneigt ($s = \pm 7,3^{\circ}$).
Dabei liegt die vertikale Mitte des posterioren Bogenganges $2,9$ mm ($s = \pm 2,7$ mm) oberhalb der ONE, während sich die Mitte der Schneckenbasis in der ONE befindet ($s = \pm 2,7$ mm).
- 5) Der Winkel, den die Innenohrlängsachse (Tangente an die Basalwindung der Cochlea und das Vestibulum auf axialen Schädelbasisaufnahmen) mit der Mediansagittalen bildet, beträgt $53,9^{\circ}$ ($s = \pm 3,4^{\circ}$).

- 6) Die Neigung der Tangente an die Basis der Querschnittsfigur der Cochlea gegen die ONE hat den Betrag von 66° ($s = \pm 6,7^{\circ}$) in einem nach lateral zu offenen Winkel.
- 7) Die Neigung der Ebenen des lateralen und posterioren Bogenganges gegen die ONE wechselt bei verschiedenen Schädeln, doch bleibt der Winkel zwischen beiden $89,9^{\circ}$ ($s = \pm 2^{\circ}$).
- 8) Zwischen der Neigung der Schneckenbasisebene und der Seitneigung des lateralen Bogenganges besteht eine Korrelation. Bei Steilstellung der Cochlea wird der Winkel zwischen lateralem Bogengang und ONE größer.
- 9) Der Rassenvergleich der Meßwerte zeigt statistisch keine signifikanten Unterschiede. Bei allen Messungen befindet sich die interrassische Abweichung der Mittelwerte innerhalb der Streubreite bei den verschiedenen Rassen.

11.0 DISKUSSION DER ERGEBNISSE

Die Neigung der Ebene des lateralen Bogenganges ist vielfach in der Literatur diskutiert worden. Über rein beschreibende anatomische Arbeiten hinaus ist sie als Bezugsgröße für verschiedene Schädeltypen herangezogen worden (DUIJM, 9). Der Gesichtspunkt, sie in zwei meßbare Komponenten, Seitneigung und Fronto-Occipital-Neigung, zu gliedern, ist erstmals in dieser Arbeit aufgetreten. BECK (1) und BECK u. BADER (2,3) beschreiben eine Neigung des lateralen Bogenganges nach occipital von etwa 30° gegen die Horizontale, ohne die Bezugshorizontale zu nennen. Sollten sie von der Frankfurter Horizontalen ausgegangen sein, lassen sich unter Berücksichtigung der von SEEHOLZER (25) ermittelten Beziehung zwischen Frankfurter Horizontale und ONE (15°) die dort und hier gefundenen Werte vergleichen.

Die von den Autoren ermittelte Dorsalneigung betrüge dann auf die ONE bezogen etwa 15° , was innerhalb der Streubreite des hier gefundenen Wertes läge ($M = 10^{\circ}$, $s = \pm 6,8^{\circ}$). KRIEG und TAHALELE (17) fanden bezüglich der Lage des horizontalen Bogenganges zur ONE "sehr enge Beziehungen mit einer Variationsbreite von nur 9° ". Auch hier ist entsprechend der angewandten Untersuchungstechnik die Neigung des lateralen Bogenganges nach occipital gemeint (KRIEG, 16). Wenn sich bei der vorliegenden Untersuchung der Winkel zwischen der Ebene des lateralen Bogenganges mit der ONE in medio-lateraler Richtung als $M = 4,7^{\circ}$, $s = \pm 6^{\circ}$ ergab, so wird damit in Zahlen ausgedrückt, daß die Ampulle des lateralen Bogenganges etwas höher liegt als sein Crus simplex (BECK, 1). Die Zahlen verdeutlichen, daß sich die Ebenen beider lateraler Bogengänge in der Mediansagittalen unter einem Winkel schneiden. Dasselbe will wohl auch HOFER (14) ausdrücken, wenn er sagt: "Beim Menschen ist das System der Bogengänge nach außen verkantet". Es läßt sich daher nicht ohne Vernachlässigung dieser Zusammenhänge eine Orientierungsfläche durch beide Canales semicirculares laterales legen, um ein Bezugssystem für die Analyse der Schädelumrisse und der Schädelmorphogenese zu erhalten. HOFER zögert demnach mit Recht, diese Methode der Orientierung auf das Organ der Lagebeziehung im Raum anzuwenden, obwohl sie von anderer Seite als vorteilhaft, weil physiologisch, angesehen wird. (BRUIJN, 8).

HOFER (14) argumentiert weiter: "Es ist noch nicht erwiesen, daß die Stellung der Bogengänge, also auch des horizontalen (sive lateralen, Verfasser), über die erforderliche relative Konstanz verfügt. Es ist durchaus möglich, leider aber noch nicht an genügend großem Material untersucht, daß die Bogengänge innerhalb des Schädels Änderungen ihrer Stellung erfahren können".

Aus der vorliegenden Untersuchung geht hervor, daß die Beziehung des Innenohres zur ONE in gewissen Grenzen schwankt, die für den lateralen und posterioren Bogengang sowie für die Basalwindung der Cochlea durch eine Standardabweichung von $\pm 6-7^{\circ}$ bzw. $\pm 2,7$ mm gekennzeichnet sind.

Damit erweist sich die ONE als brauchbare Orientierungsebene für Strukturen der Schädelbasis. Der Winkel mit der kleinsten Standardabweichung von $s = \pm 3,4^\circ$ ist der, den die Innenohrlängsachse mit der Mediansagittalen bildet ($M = 53,9^\circ$). Bei Verdoppelung dieses Winkels kommt man auf etwa 108° mit $s = \pm 6,8^\circ$ und erhält dadurch eine Größe, die dem Konvergenzwinkel der Pyramidenlängsachsen (PLA) vergleichbar ist. Während STENVERS (27) davon ausging, daß dieser Winkel in der Aufsicht auf die Schädelbasis konstant 90° betrage, nannte TOLDT (29) eine Schwankungsbreite des Winkels von $90 - 130^\circ$. Neuere Untersuchungen (TAHALELE, 28) ergaben, daß der Innenohrlängsachsenwinkel zwischen 96° und 123° variiert, wobei eine Häufung zwischen 110° und 120° auftritt. Das kommt den Ergebnissen dieser Untersuchung nahe, die eine Häufung zwischen 101° und 115° zeigt. Die von BERGERHOFF und ERNST (5) gefundenen Werte des Pyramidenwinkels liegen für Männer, Frauen und Kinder bei $116 - 117^\circ$, $s = \pm 2,3^\circ$ bis $\pm 2,6^\circ$. Als Bezugsstruktur für die Einzeichnung der Winkelschenkel wird dabei die "Längsachse der Pyramidenschatten" auf dem submentovertikalen Röntgenbild der Schädelbasis genannt.

Auffallend ist schließlich die Korrelation zwischen der Neigung der Ebene der Basalwindung der Schnecke und dem Winkel zwischen lateralem Bogen gang und ONE in medio-lateraler Richtung. Bei Steilstellung der Cochlea wird der genannte Winkel größer. Hierin kann ein Hinweis auf die phylo- und ontogenetische Drehung der Ohrkapsel um ihre Längsachse gesehen werden. Gegen diese Bewertung spricht allerdings das Urteil LEBEDKIN's (19), daß sich das Drehen der Ohrkapsel bei den Säugern nicht nach den Veränderungen der Lage der Bogengänge beurteilen läßt. Er schließt aus der Veränderung der Lage der Ebene der ersten Schneckenwindung auf den Grad der Drehung der Ohrkapsel um ihre Längsachse. Da aber zwischen beiden Strukturen Korrelationen bestehen, ergeben sich möglicherweise neue Gesichtspunkte.

12.0 ZUSAMMENFASSUNG

Durch röntgenkranio-metrische Untersuchungen von Schichtaufnahmen senkrecht zur Innenohrlängsachse an 129 Felsenbeinen von 66 mazerierten Totenschädeln werden die Ebenen des posterioren und lateralen Bogenganges, der Basis der Schnecke und die Längsachse des Labyrinthes der Ohr-Nasion-Ebene (ONE) zugeordnet. Die Standardabweichung der gefundenen Werte liegt intra- und interrassisch zwischen $\pm 6 - 7^{\circ}$ bzw. $\pm 2,7$ mm. Damit erweist sich die ONE als brauchbare Orientierungsebene für Strukturen der Schädelbasis.

Die Ebenen beider Canales semicirculares laterales sind gegen die ONE in der Weise geneigt, daß sich keine gemeinsame Orientierungsfläche durch sie legen läßt.

Korrelationsberechnungen weisen darauf hin, daß die Drehung der Ohrkapsel um ihre Längsachse sowohl an der Neigung der Ebene der Schneckenbasis als auch an der Neigung der Ebene des lateralen Bogenganges ablesbar ist.

13.0 SCHLUSSBETRACHTUNG

Die anfangs gestellte Frage der röntgentopographischen Zuordnung des Innenohres zur Ohr-Nasion-Ebene ist damit für die Ebenen der Schneckenbasis, des lateralen und posterioren Bogenganges sowie für den Verlauf der Innenohrlängsachse und ihre Beziehung zur Mediansagittalen beantwortet.

Bei der theoretischen Betrachtung der Ergebnisse läßt sich der Vorbehalt HOFER's (14) bestätigen, daß die lateralen Bogengänge (rechts und links) nicht in einer Ebene angeordnet sind, und ihre gemeinsame Einstellung in eine horizontale Ebene nicht möglich ist. Diese Aussage besitzt absoluten Charakter ebenso wie die Feststellung der Korrelation der Neigung der Basalwindung der Cochlea mit dem Winkel zwischen ONE und lateralem Bogengang.

Alle übrigen Ergebnisse lassen sich nur als relativ exakt interpretieren. Die zum Teil beträchtliche Streubreite liegt einmal zwangsläufig an der durch die Methode der Dokumentation (Röntgenschnittbild) und Messung bedingten Fehlerbreite, zum anderen an dem Umstand, daß die zentralen Elemente der Schädelbasis, wie Keilbeinkörper und Clivus, die relativ höchste Konstanz ihrer Lage während der Phylo- und Ontogenese zeigen und alle übrigen, vor allem bilateral-symmetrisch angelegte Elemente eine Asymmetrie unter sich und mit zunehmendem Abstand von den zentralen Elementen eine erhöhte Variabilität ihrer Lage aufweisen. Beim Übergang von Messungen am mazerierten Schädel zum Kopf am Lebenden ergeben sich weitere biologisch gegebene Fehler- und Variationsmöglichkeiten. Die Untersuchung diente dazu, den höchstmöglichen Grad an Genauigkeit der Zuordnung von Elementen an der knöchernen Schädelbasis zu einer äußerlich feststellbaren Orientierungsebene am lebenden Menschen zu erreichen. Die Verwertung der vorstehenden Ergebnisse in der Praxis für die individuelle Einstelltechnik zur Röntgenaufnahme ist zunächst nur für die axiale Pyramideneinstellung nach Anfertigung einer axialen Schädelbasisaufnahme und Messung des Winkels, den die Innenohrlängsachse mit der Mediansagittalen bildet, denkbar. Dies ist zwar aufwendig, ermöglicht jedoch die Beantwortung spezieller Fragestellungen, wie etwa nach Destruktionen am Labyrinth bei chronisch entzündlichen Prozessen oder erlaubt schon jetzt orientierende Rückschlüsse auf die Konstanz oder Variabilität der Lage der Gehörknöchelchen. Weitere Einstellmöglichkeiten zur Berücksichtigung individueller Variationen sind damit noch nicht gegeben. Zwar sind die Beziehungen von Strukturen des Innenohres zur ONE als Orientierungsebene geklärt, eine Aussage über die sehr viel größere Variabilität der Länge und Breite des Schädels in Höhe der ONE und die Bestimmung der Lage der Innenohrstrukturen im Individualfall hierzu ist jedoch noch nicht möglich. Man wird deshalb bei der Wahl zwischen individueller und standardisierter Einstelltechnik sicher auch in Zukunft zunächst letztere wählen, und die unterschiedlichen Projektionen im Einzelfall durch die Kennt-

nis der Topographie der das Labyrinth umgebenen Strukturen zu kompensieren versuchen.

Schon in der Einleitung wurde die Einstellung nach individuellen Gegebenheiten als Fernziel bezeichnet. Die Klärung der Beziehungen zwischen am Lebenden unsichtbaren Strukturen an der Schädelbasis und einer äußerlich auffindbaren Orientierungsebene stellt jedoch Basis und Bindeglied dar, um dieses Fernziel zu erreichen.

- 7) BOLTON
Zit. nach Jacobson, S.: Current Orthodontics, Am. J. of Orthodontics, June 1967
und
Moorrees, C.: Die Orthopädie in den USA
in den Jahren 1955 und 1956.
Fortschr. der Kieferorth. Bd. 29, Heft 1
(1959).
- 8) BRUIJN, G.W.
Die neuroradiologische Einschätzung des
Ventrikelsystems und seine Beziehungen
zum Gehirn und Schädel im Säuglings- und
Kindesalter.
In: Neuroradiologische Diagnostik und
Symptomatik der Hirnentwicklung im
Kindesalter.
VEB Verlag Volk und Gesundheit,
Berlin (1963).
- 9) DUIJM, M.
I. & II. Kon. Nederl. Akad. Wet. Proc.,
Serie C 54, Nr. 253 (1951).
- 10) FREY, K.-W.
Schichtaufnahmen des Felsenbeines mit
polycyclischer Verwischung.
Fortschr. Röntgenstr. 85, 433 (1956).
- 11) GEBAUER, A.,
MUNTEAN, E.,
STUTZ, E. und
H. VIETEN
Das Röntgenschichtbild.
Thieme, Stuttgart (1959).

- 12) GROS, Ch.,
WALTER, J. P.,
BLOCH, J. et
P. BOURJAT
La paroi labyrinthique normale:
Aspects tomographiques.
J. Radiol. Eletro. 43, 253 (1962).
- 13) HASELOFF, O.W. und
H.J. HOFFMANN
Kleines Lehrbuch der Statistik.
de Gruyter, Berlin (1970).
- 14) HOFER, H.
Das Gestaltwandelproblem des Schädels
der Säuger.
Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern. Neue Folge. 18. Band
(1960).
- 15) HÜLSE, R.
REISNER, K. und
J. GOSEPATH
Experimentelle Untersuchung zur topographischen Darstellbarkeit der Labyrinthfenster im Röntgenschnittbild.
Fortschr. Röntgenstr. 117, 179 (1972).
- 16) KRIEG, R.
Mündliche Mitteilung.
- 17) KRIEG, R. und
E. TAHALELE
Die Beziehungen zwischen Orientierungsebenen des Schädels und Details am Gesichtsschädel und Schädelbasis.
In: Deutscher Röntgenkongreß 1968
Thieme, Stuttgart (1969).
- 18) KRIEG, R. und
E. TAHALELE
Zur Wahl der Bezugsstrukturen für die Konstruktion der Innenohrlängsachse im Röntgenbild der Schädelbasis.
In Vorbereitung.

- 19) LEBEDKIN, S. Über die Lage des Canalis semi-circularis lateralis bei Säugern. Anat. Anz. Bd. 58, Nr. 19/21 (1924).
- 20) LORITZ, J. B. Über die Lagebeziehungen der fissura petrotympanica zur Mediansagittalen. Zeitschr. f. Morph. u. Anthropol. Bd. 19, Heft 2 (1915).
- 21) LÜTHY, A. Die vertikale Gesichtsprofilierung und das Problem der Schädelhorizontalen. Arch. f. Anthropol. Bd. XI, Braunschweig (1912).
- 22) MARTIN, R. und Lehrbuch der Anthropologie. K. SALLER Fischer, Stuttgart (1957).
- 23) MÜNDNICH, K. und Das Röntgenschichtbild des Ohres. K.-W. FREY Stuttgart, Thieme (1959).
- 24) SCHULTZ, A. Anthropologische Untersuchungen an der Schädelbasis. Arch. f. Anthropol. Bd. XI, Braunschweig (1918).
- 25) SEEHOLZER, H. Quantitative Angaben zur Topographie der Schädelbasis des Menschen. Diss., München (1972).
- 26) STENGER, P. Topographische Anatomie des Gehörorgans. In: Handbuch der speziellen Chirurgie des Ohres und der oberen Luftwege. Bd. I, hrsg. von KATZ-BLUMENFELD, Kabitsch, Leipzig (1922).

- 27) STENVERS, H. W. Über die Technik der Röntgenologie
von Augenhöhle und Felsenbein.
Arch. Ohr. - Nas. - u. Kehl. Heilk.
103, 1 (1919).
- 28) TAHALELE, E. Kephalometrische und röntgenkranio-
metrische Messungen zur Beurteilung
des Verlaufs der Felsenbeinpyramide beim
Lebenden.
Diss., Gießen (1967).
- 29) TOLDT, C. Zit. nach MARTIN-SALLER, Lehrbuch
der Anthropologie, Bd. II, 1343 (1959).
- 30) WULLSTEIN, H. Die Klinik der Labyrinthitis und Paralabyrinthitis auf Grund des Röntgenbefundes.
Thieme, Stuttgart (1948).

ANHANG

(Abbildungen, Tabellen)

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

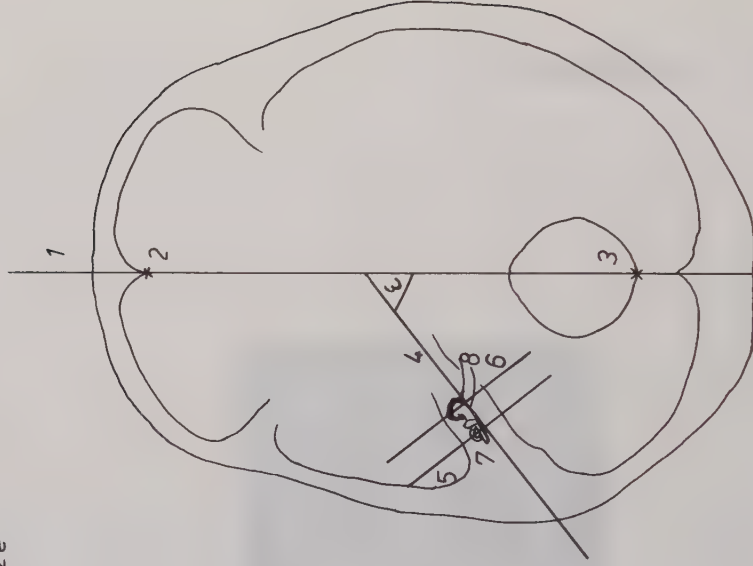
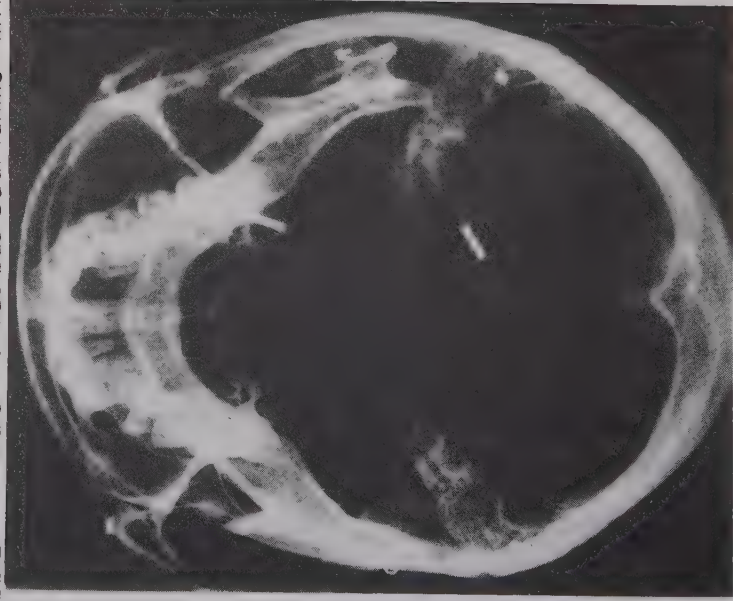
- Abb. 1 : Felsenbeinhalterung
- Abb. 2 : Axiale Schädelbasisaufnahme mit Skizze
- Abb. 3 : Felsenbeinhalterung mit Schädel
- Abb. 4 a, b : Versuchsanordnung zur Schichtuntersuchung
des re. Felsenbeines
- Abb. 5 a : Schichtaufnahme des re. Felsenbeines senk-
recht zur Innenohrlängsachse in Höhe der Schnecke
- Abb. 5 b : Skizze der Schichtaufnahme
- Abb. 6 a : Schichtaufnahme des re. Felsenbeines senkrecht
zur Innenohrlängsachse in Höhe der Bogengänge
- Abb. 6 b : Skizze der Schichtaufnahme
- Abb. 7 : Darstellung der Korrelation zwischen der Seit-
neigung des lat. und posterioren Bogenganges zur
Ohr-Nasion-Ebene
- Abb. 8 : Darstellung der Korrelation zwischen der Seit-
neigung der Schneckenbasis und des lat. Bogen-
ganges
- Abb. 9 : Darstellung der projektionsbedingten Vergrößerung
- Abb.10 : Skizze zur Neigung der Labyrinthlängsachse
- Abb.11 : Skizze zur Neigung des lat. Bogenganges in fronto-
occipitaler Richtung

Abb. 1 Felsenbeinhalterung



Ein kreisförmiger Holzrahmen trägt drei ineinander geschachtelte Sperrholzringe mit je einem graduierten Innenring, der in der Ebene seines tragenden Ringes gedreht werden kann. Nach dem Prinzip einer Kardanischen Aufhängung kann das zentral auf einem Fadenkreuz fixierte Felsenbein definiert und reproduzierbar in jede Richtung des Raumes eingestellt werden. Auf diese Weise wird eine Rundumprojektion des Felsenbeines möglich.

Abb.2 Axiale Schädelbasisaufnahme mit Skizze



1=Mediansagittale

2=Crista frontalis

3=Basion

4=Innenohr längsachse [IOLA]

5=Schichtebene Bogengänge

6=Schichtebene Schnecke

7=Labyrinth

8=Meatus acusticus internus

ξ = Δ IOLA-Mediansagittale

Abb. 3 Felsenbeinhalterung mit Schädel



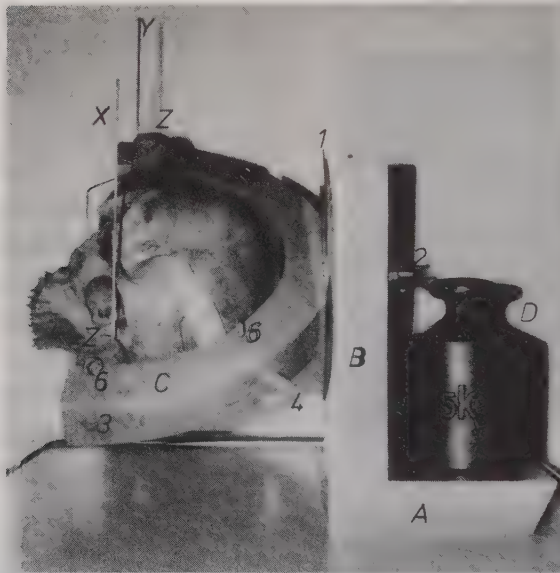
Der Schädel wird durch eine Metallklemme am Nasion und durch eine Gummi-Klammer am Hinterhaupt fixiert.

Ohr-Nasion-Ebene und die li. Innenohrlängsachse sind senkrecht zur Tischebene eingestellt.

Die Konstruktion ist für eine Reihenuntersuchung nicht stabil genug.

Das Verfahren der Einspannung, Rotation und Markierung ist bei dem komplizierten Ringsystem zu aufwendig.

Abb. 4 a Versuchsanordnung zur Schichtuntersuchung des re.
Felsenbeines

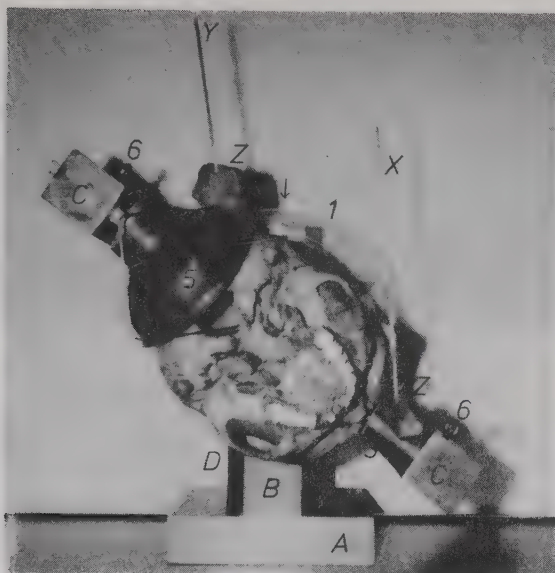


Die Schädelhalterung besteht aus:

- A = Bodenplatte
- B = Stativ
- C = Fixierungsbogen
- D = Ausgleichsgewicht
- 1 = Winkelmesser (360°)
- 2 = Trägerschraube mit Flügelmutter
- 3 = Haltebolzen mit Nasionhalterung
- 4 = Haltebolzen mit Frontalhalterung
- 5 = Haltebolzen mit Occipitalhalterung
- 6 = Arretierungsschraube für Haltebolzen

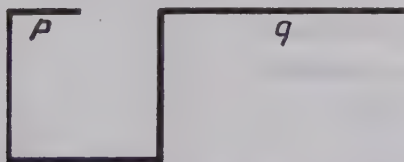
Die Ablesemarke für die Gradeinstellung befindet sich am oberen Ende der Stirnseite des Stativs durch den Winkelmesser verdeckt (s. Pfeil Abb. 4 b).
 X = Frontale Markierung der ONE
 Y = Occipitale Markierung der ONE
 Z = Plastilin zur Fixierung der Markierungsdrähte

Abb. 4 b Versuchsanordnung zur Schichtuntersuchung des re. Felsenbeines



Ohr-Nasion-Ebene und rechte Innenohrlängsachse sind auf Abb. 4 a und b senkrecht zur Tischebene eingestellt.

Abb. 4 c Skizze des occipitalen Markierungsdrahtes



Der innerhalb der Schädelkapsel liegende Teil p entspricht in Richtung und Verlauf dem außen sichtbaren Teil q. Dadurch ist eine Markierung der Ohr-Nasion-Ebene in Höhe des Felsenbeines möglich.

Abb. 5 a Schichtaufnahme des rechten Felsenbeines senkrecht zur Innenohrlängsachse in Höhe der Schnecke

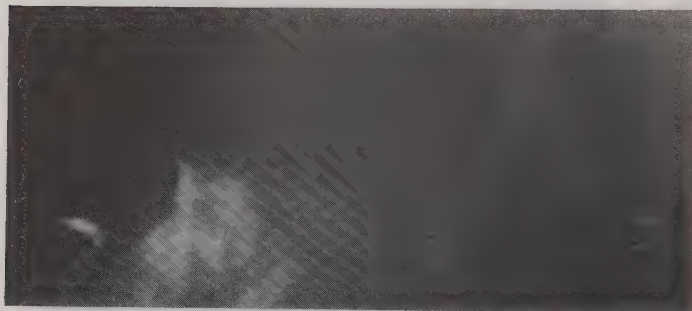
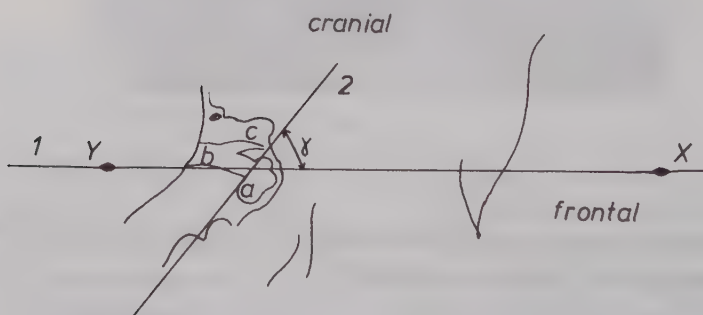


Abb. 5 b Skizze der Schichtaufnahme



X = Frontale Markierung der ONE

Y = Occipitale Markierung der ONE

a = Querschnittsfigur der Schnecke

b = Meatus acusticus internus

c = Canalis nervi facialis

1 = ONE

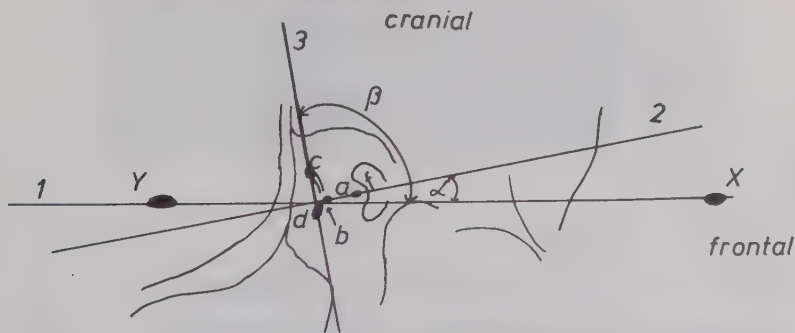
2 = Tangente an die Basalwindung der Schnecke

Gamma = Winkel der Seitneigung der Schneckenbasis

Abb. 6 a Schichtaufnahme des rechten Felsenbeines senkrecht zur Innenohrlängsachse in Höhe der Bogengänge



Abb. 6 b Skizze der Schichtaufnahme



X = Frontale Markierung der ONE

Y = Occipitale Markierung der ONE

a = Crus laterale des seitlichen Bogenganges

b = Crus mediale des seitlichen Bogenganges

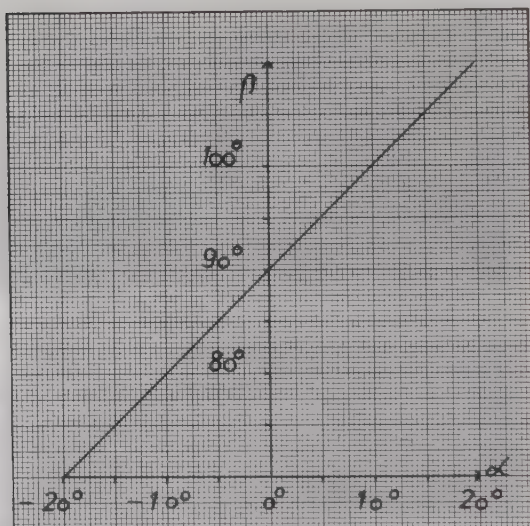
c = Crus superior des hinteren Bogenganges

d = Crus inferior des hinteren Bogenganges

f = Paukenhöhle

1 = ONE. 2 = Ebene des seitl. Bogenganges. 3 = Ebene des hinteren Bogenganges. Alpha = Winkel der Seitneigung der Ebene des seitl. Bogenganges. Beta = Winkel der Seitneigung der Ebene des hinteren Bogenganges.

Abb. 7 Darstellung der Korrelation zwischen der
Seitneigung des lat. und hinteren Bogenganges
zur Ohr-Nasion-Ebene



α = Seitneigung des lat. Bogenganges

β = Seitneigung des hinteren Bogenganges

Alpha und Beta korrelieren nach der statistisch ermittelten Beziehung

$$\beta = 89,9^\circ + \alpha$$

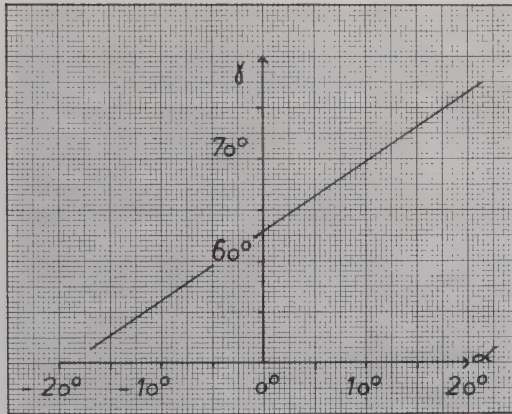
Der Korrelationsfaktor beträgt $r = 0,7$

($r = 1$ entspricht maximaler Korrelation,

$r = 0$ bedeutet keine Korrelation)

Abb. 8

Darstellung der Korrelation zwischen der
Seitneigung der Schneckenbasis und des
lat. Bogenganges



α = Seitneigung des lat. Bogenganges

γ = Seitneigung der Schneckenbasis

Alpha und Gamma korrelieren nach der statistisch
ermittelten Beziehung:

$$\gamma = 62,8^\circ + 0,7\alpha$$

Der Korrelationsfaktor beträgt $r = 0,6$

(Bedeutung von r siehe Abb. 7)

Abb. 9 Darstellung der projektionsbedingten Vergrößerung

FO = Fokus

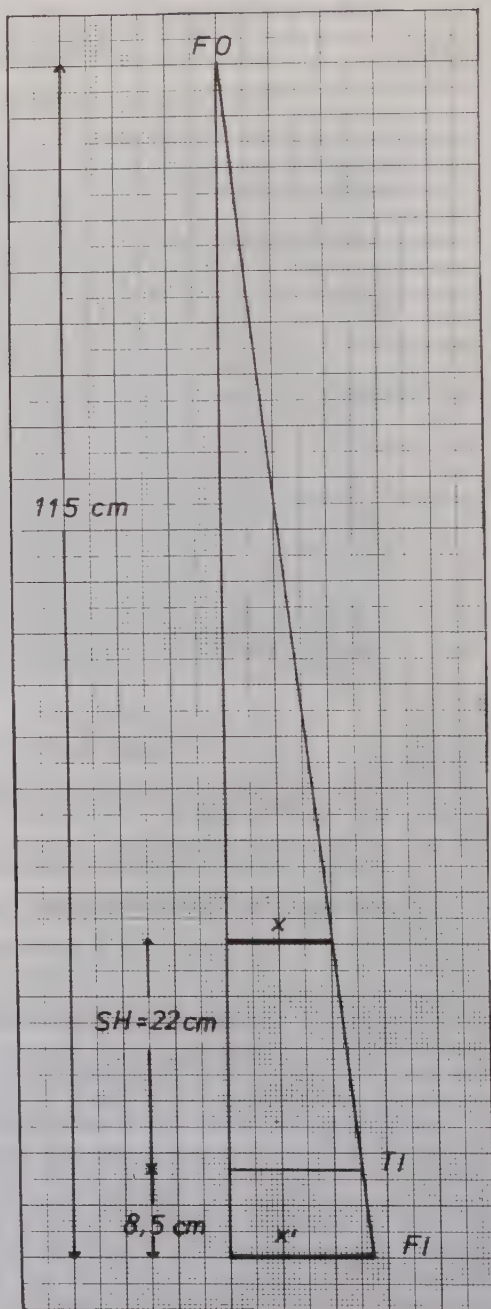
TI = Tisch

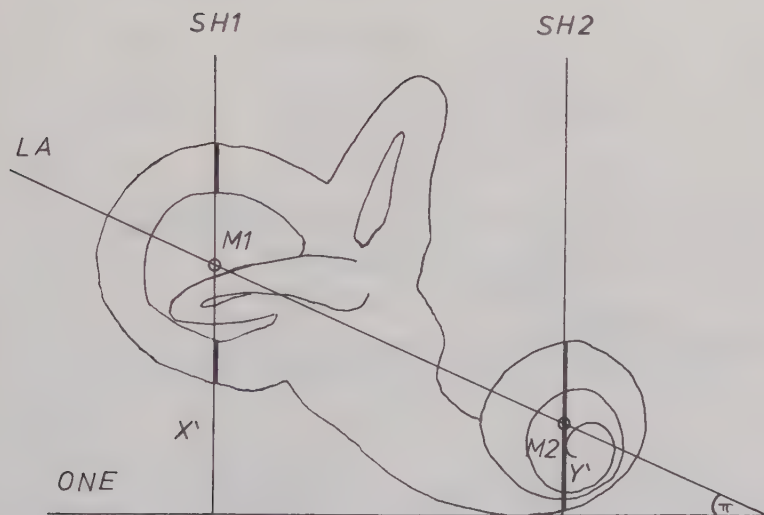
FI = Film

SH = Schichthöhe

Das Objekt x wird bei einer Schichthöhe von 22 cm auf dem Röntgenfilm als x' abgebildet.
Zu jeder Schichthöhe gehört ein bestimmter Vergrößerungsfaktor (f):

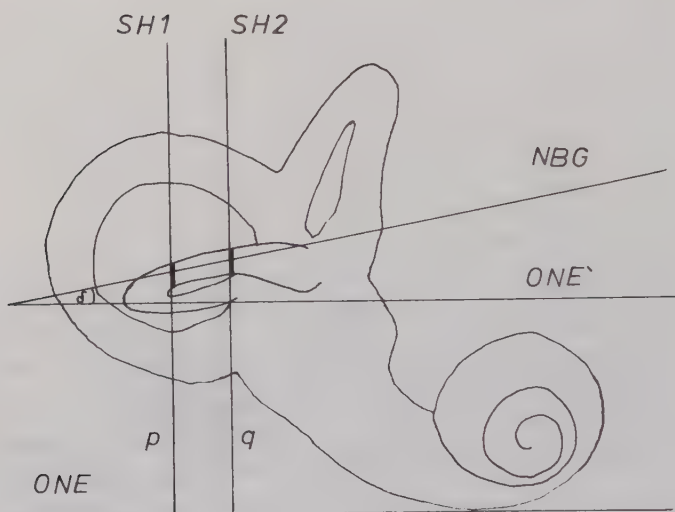
SH (cm)	f
25,0	1,41
24,5	1,40
24,0	1,39
23,5	1,39
23,0	1,38
22,5	1,37
22,0	1,36
21,5	1,35
21,0	1,35
20,5	1,34
20,0	1,33





- ONE = Ohr-Nasion-Ebene
M1 = Mitte der Verbindungslinie zwischen den Querschnittsfiguren des posterioren Bogengangs
M2 = Mitte der Querschnittsfigur der Schnecke
LA = Labyrinthlängsachse
 π = Neigung LA gegen ONE
SH1 = Schichthöhe der Bogengangsfigur
SH2 = Schichthöhe der Querschnittsfigur der Schnecke
X' = Lot von M1 auf ONE
Y' = Lot von M2 auf ONE

Abb. 11 Skizze zur Neigung des lateralen Bogenganges
in fronto-occipitaler Richtung
(Labyrinth nach SOBOTTA-BECHER, 7:1)



ONE = Ohr-Nasion-Ebene

ONE' = Parallele zur ONE

SH1 = 1. Schichtebene des lat. Bogenganges

SH2 = 2. Schichtebene des lat. Bogenganges

NBG (α) = Neigung der Ebene des lat. Bogenganges in fronto-occipitaler Richtung

P = Lot von der Querschnittsfigur des lat. Bogenganges bei SH1 auf die ONE

q = Lot von der Querschnittsfigur des lat. Bogenganges bei SH2 auf die ONE

VERZEICHNIS DER TABELLEN

- Tabelle I: Untersuchungsmaterial
- Tabelle II: Ergebnisse der Winkelmessungen
 (Bogengänge , Schnecke)
- Tabelle III: Ergebnisse der Winkel- und Streckenmessungen
 zum Verlauf der Labyrinth- bzw. der Innenohr-
 längsachse
- Tabelle IV: Statistische Auswertung

Tabelle I

Untersuchungsmaterial

	<u>Summe</u>
Ohne Bezeichnung: Nr. 1, 2, 7, 8, 9, 13, 14, 27, 29, 32, 33, 37, 38, 40, 46, 51, 54, 68	18
Chinese: Nr. 11, 19, 22, 39, 43, 57, 60, 61, 62, 63	10
Deutscher: Nr. 12, 16, 17, 18, 28, 31, 34, 44, 53	9
Inder: Nr. 52, 66, 69, 70, 71, 73	6
Russe: Nr. 10, 26, 30, 42, 45	5
Malaye: Nr. 21, 36, 56, 59, 65	5
Afrikaner: Nr. 4, 15, 58	3
Alt Canarier: Nr. 6, 24	2
Siamese: Nr. 35, 49	2
Javaner: Nr. 41, 55	2
Grönländer: Nr. 20	1
Chiote: Nr. 23	1
Peruaner: Nr. 48	1
Singhalese: Nr. 64	<u>1</u>
Gesamtzahl:	66 =====

Tabelle II

Ergebnisse der Winkelmessungen (Bogengänge, Schnecke)

Nr.	= Schädelkennziffer	
Schbez.	= Schädelbezeichnung	
SH 1	= Schichthöhe für die Winkel alpha und beta	
SH 2	= Schichthöhe für den Winkel gamma	
1	= Diese Messung stammt von der besten Abbildung innerhalb einer Serie und wurde statistisch ausgewertet. (Bei delta wurden alle Messungen statistisch erfaßt).	
o. A.	= ohne Angaben.	

Bedeutung der Winkel siehe Text, ihre Größe ist in Grad angegeben als Teilbetrag eines 360-Grad-Kreises. Die in Klammern gesetzten Ziffern hinter delta geben dem Abstand zweier aufeinanderfolgender Schichtaufnahmen in mm an, aus dem der Winkel delta indirekt ermittelt wurde.

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
1	o. A.	re	3	100	22,7	70 !	22,2	- 19	(2)
		re	5 !	100 !	22,9	71	22,4		
		li	1	99	23,3	72 !	22,6	27	(2)
		li	- 2 !	97 !	23,1	66	22,3		
		li	7	101	22,8				
2	o. A.	re	- 8	87	22,7	55	22,2	27	(2)
		re	4 !	91 !	22,5	55 !	22,0		
		re				63	21,7		
		re				57	21,5		
		li	11 !	91 !	22,9	65 !	22,4	12	(2)
4	Afrikaner	li	11	89	22,7	65	22,2		
		li				59	22,0		
		re	7 !	97 !	22,7	70 !	22,2	0	(2)
		re	4	94	22,5	66	22,0		
		li	10	101	22,9	71 !	22,2	0	(2)
		lo	3	99 !	22,7				

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
6	o. A.	re	1	95	23,4	70	22,9	35	(2)
		re	1	96	23,2	63	22,7		
		li	2	95	22,6	57	22,1	38	(1)
		li	- 2	93	22,5	60	22,0		
7	o. A.	re	1	84	21,8	63	21,3	- 19	(2)
		re	- 4	86	21,6	59	21,1		
		re				58	20,9		
		re				59	20,2		
		li	10	91	22,0	61	21,5	15	(2)
		li	11	92	21,8	59	21,3		
8	o. A.	re	10	99	22,3	69	21,8	15	(2)
		re	9	100	22,1	69	21,6		
		li	9	95	22,2	70	21,7	6	(2)
		li	5	96	22,0	70	21,5		
		li	6	100	21,8				
		re	- 2	86	22,3	63	21,8		
9	o. A.	li	3	93	22,5	73	22,0	24	(2)
		li	- 1	96	22,3	74			
		re	- 4	78	22,8	58	22,6	- 30	(2)
10	Russe	re	- 8	75	22,7	65	22,4		
		re				60	22,3		
		re				56	22,2		
		re							
		li	- 3	88	23,2	65	22,4	21	(5)
		li	- 1	87	22,7	61	22,2		
		li	- 3	87	22,6	64	22,1		
		li	- 1	88	22,3	61	21,8		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
11	Chinese	re	6 !	99	22,5	64 !	22,0	- 8	(3)
		re	6	97	22,2	68	21,7		
		li	5	96	22,7	70	22,2	16	(2)
		li	6 !	97 !	22,5	72	22,1		
		li	10	98	22,3	69 !	22,0		
		li	10	96	22,1	71	21,8		
		li				72	21,3		
12	Deutscher	re	11	96	21,6	58 !	21,3	0	(2)
		re	5 !	101 !	21,8	59	21,1		
		li	5 !	88 !	22,8	66 !	22,3	-	
		li				63	22,2		
13	o. A.	re ---							
		li	0 !	94 !	22,5	62 !	22,0	-	
14	o. A.	re	8 !	89 !	24,6	65 !	23,5	6	(3)
		re	- 9	89	23,7	63	23,2		
		li	-13	82	22,8	53	22,3	4	(3)
		li	- 6 !	87 !	22,5	55	22,0		
15	Afrikaner	re	9	95	23,0	59	22,5	8	(3)
		re	10 !	93 !	22,9	63 !	22,4		
		li	0	89	23,4	60 !	22,7	8	(5)
		li	4 !	93 !	23,2	60	22,4		
		li	3	90	22,9				
16	Deutscher	re	- 6 !	87 !	22,0	59 !	21,5	-	
		li	- 4 !	89 !	21,8	67 !	21,0	-	

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
17	Deutscher	re	16 !	89 !	23,6	69	23,3	- 6	(2)
		re	15	95	23,4	70 !	23,1		
		li	12 !	87 !	22,4	74 !	21,9	- 2	(2)
		li	6	87	22,3	70	21,7		
		li	5	84	22,2	75	21,5		
18	Deutscher	re	10 !	100 !	23,2	67 !	22,7	11	(3)
		re	13	100	22,9	68	22,4		
		li	11 !	104 !	22,6	67	22,3	- 8	(2)
		li	10	103	22,4	70	22,2		
		li	11	104	22,0	67 !	22,1		
19	Chinese	li				69	21,9		
		li				71	21,7		
		re	6 !	102 !	21,0	74 !	20,5	-	
		li							
		re							
20	Grönländer	re	25 !	115 !	22,6	87	22,3	0	(1)
		re	26	114	22,5	84	22,2		
		re				85 !	22,1		
		re				87	22,0		
		li	23	107	22,1	82	21,4	- 8	(3)
21	Malaye	li	20	111	21,7	82	21,2		
		li	22 !	111 !	21,4	81	20,9		
		re	- 7 !	81 !	23,5	56 !	23,0	0	(3)
		re	-11	78	23,2	60	22,7		
		li	-18	79	23,4	52	22,9	2	(2)
		li	- 9	81 !	23,1	54	22,6		
		li	-13	75	22,8	52	22,3		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
22	Chinese	re	6	93	22,4	44	22,0	0	(2)
		re	6 !	94 !	22,2	59	21,9		
		re	4	94	22,0	61 !	21,5		
		li	6 !	102 !	22,2	61	22,4	0	(2)
		li	3	101	22,0	60	22,2		
23	Chiote	li				60 !	21,7		
		re	6	105	23,2	77 !	22,4	8	(2)
		re	10 !	106 !	23,0	77	22,2		
		li	5	99	22,7	75 !	22,0	8	(2)
		li	13 !	102	22,5	73	22,2		
24	Canarier	re	- 8	85	22,1	56	21,6	13	(3)
		re	- 6	89	22,0	53 !	21,3		
		re	- 1 !	83 !	21,8				
		li	- 4 !	84 !	23,5	62	23,0	0	(2)
		li	1	82	23,3	57 !	22,8		
26	Russe	li	- 7	80	23,0	59	22,5		
		re	10 !	92 !	23,2	70 !	22,7	7	(4)
		re	9	93	23,0	73	22,5		
		re	8	93	22,8				
		li	- 6	80	22,2	61	21,7	12	(2)
		li	- 6	88	22,0	65	21,5		
		li	- 2 !	85 !	21,8	62 !	21,3		
		li				58,1	21,1		
		li							

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
27	o. A.	re	8 !	94 !	23,3	74 !	22,8	- 6	(3)
		re	8	92	23,0	73	22,5		
		li	6	96	23,3	70	22,8	0	(2)
		li	8 !	99 !	23,1	77 !	22,6		
28	Deutscher	re	5 !	90 !	22,4	65 !	21,9	22	(2)
		re	6	91	22,2	69	21,8		
		re				70	21,7		
		li	8	96	22,4	66 !	21,5	12	(4)
29	o. A.	li	7 !	91 !	22,0				
		re	5 !	102 !	22,9	68 !	22,4	- 6	(3)
		re	5	103	22,6	66	22,1		
		li	0	91	23,3	65 !	22,4	0	(3)
30	Großrusse	li	7 !	93 !	23,0				
		li	4	98	23,1				
		re	7	96	23,3	65	22,6	6	(5)
		re	9 !	96 !	23,1	65 !	22,4		
31	Deutscher	re	6	93	22,9	66	22,3		
		re	7	93	22,8				
		li	6 !	89 !	22,4	56 !	21,9	0	(2)
		li	5	90	22,2	61	21,7		
31	Deutscher	re	2 !	89 !	22,5	58	21,8	0	(3)
		re	4	86	22,0	60 !	21,5		
		li	1	85	22,7	57	22,2	0	(3)
		li	1 !	85 !	22,4	57 !	21,9		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
32	o. A.	re	4 !	96 !	22,2	69	21,7	12	(4)
		re	7	96	21,8	70 !	21,6		
		re				75	21,5		
33	o. A.	li	8 !	96 !	22,9	77 !	22,4	- 11	(4)
		li	15	98	22,7	77	22,2		
		li	15	92	22,5	77	22,0		
		re	- 7 !	83 !	23,5	60	23,0	22	(2)
		re	0	86	23,3	63 !	22,8		
34	Deutscher	li	- 2	84	23,1	60	22,1	9	(3)
		li	- 2 !	83 !	22,8	56	21,8		
		re	5 !	97 !	21,9	75 !	21,4	0	(2)
		re	4	100	21,7	78	21,2		
		re	4	100	21,5	73	21,0		
35	Siamese	li	1 !	92 !	21,8	64 !	21,3	-	
		re	8 !	102 !	23,3	66 !	22,8	6	(3)
		re	11	101	23,0	63	22,5		
		li	6 !	102	22,4	67	21,9	- 6	(4)
36	Malaye	li	9	96	22,0	64	21,5		
		re	-10 !	80 !	22,2	60 !	21,7	-	
		re	- 5	89	21,5	64	21,5		
		li	- 2 !	85 !	22,0	63 !	21,5	-	
37	o. A.	re	5 !	101 !	23,4	66 !	22,9	-	
		re				65	22,7		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
37	O. A.	li	11	99	22,7	70	22,4	9	(3)
		li	4	96	22,6	66 !	22,2		
		li	11	98	22,3	71	22,1		
38	O. A.	re	- 1 !	100 !	21,4	69 !	20,9	-	
		li	3 !	101 !	22,0	66 !	21,4	-	
39	Chinese	re	6 !	93 !	23,3	66 !	22,8	6	(2)
		re	6	92	23,1	67	22,6		
		li	8 !	95 !	22,5	66 !	22,0	12	(2)
		li	7	94	22,3	67	21,8		
40	O. A.	re	- 1 !	97 !	22,7	66	22,2	0	(4)
		re	4	97	22,0	63 !	22,0		
		re	4	98	22,3	63	21,8		
		li	1 !	93 !	23,3	65 !	22,8	- 6	(3)
		li	1	94	23,0	63	22,5		
41	Javaner	re	2 !	96 !	23,0	74 !	22,5	-	
		li	1 !	91 !	22,0	67 !	21,5	-	
42	Großrusse	re	7 !	95 !	22,9	63	22,7	6	(2)
		re	8	96	22,7	60	22,5		
		re				65 !	22,4		
		re				68	22,2		
		li	6 !	93 !	21,6	64 !	21,1	15	(2)
		li	9	95	21,4	65	20,9		
		li				61	20,7		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
43	Chinese	re	6 !	101 !	23,5	68 !	23,0	0	(3)
		re	2	98	23,2				
		li	6 !	97 !	22,5	61 !	22,0	0	(2)
		li	4	92	22,3	61	21,8		
44	Deutscher	re	5 !	95 !	22,7	67 !	22,2	0	(2)
		re	7	97	22,5	67	22,0		
		li	5 !	91 !	22,2	65	21,8	8	(2)
		li	6	94	22,0	63 !	21,7		
		li				62	21,5		
45	Großrusse	re	16	100	23,0	74	22,7	8	(3)
		re	14 !	100 !	22,7	71	22,5		
		re				69	22,4		
		re				73 !	22,2		
		re				74	22,0		
		li	5	105	22,7	68 !	21,7	13	(5)
		li	16 !	101 !	22,2	71	21,5		
		li				71	21,0		
		li				71	20,0		
46	o. A.	re	- 5	85	22,8	47	22,0	19	(3)
		re	- 7 !	85 !	22,5	48 !	21,7		
		re	- 6	87	22,3				
		li	- 2 !	81 !	22,8	50	22,3	0	(2)
		li	- 4	84	22,6	48	22,1		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
48	Peruaner	re	6 !	96 !	23,4	60 !	22,9	-	
		li	2 !	97 !	22,7	72 !	21,7	13	(5)
		li		100	22,4	70	21,5		
		li	4	98	22,2				
		li	7	105	22,0				
49	Siamese	re	3	95	22,9	55	22,4	13	(3)
		re	4	95	22,7	61	22,2		
		re	3 !	93 !	22,6	60 !	22,1		
		li	- 2 !	82 !	23,2	60 !	22,7	6	(3)
		li	1	83	23,0	59	22,5		
51	o.A.	li				56	22,2		
		re	5 !	93 !	21,7	64 !	21,2	- 2	(3)
		re	4	96	21,5	61	21,0		
		re	1	96	21,1				
		li	4 !	94	21,7	55 !	21,2	4	(5)
52	Inder	li	4	92	21,4	57	20,9		
		li	2	96	21,2				
		re	12 !	112 !	22,8	78 !	22,3	6	(3)
		re	9	107	22,7	78	22,2		
		re	15	111	22,5				
		li	6 !	101 !	23,8	76 !	23,3	- 1	(6)
		li	8	102	23,5	75	23,0		
		li	7	99	23,2	76	22,7		

Tabelle II.

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
53	Deutscher	re	- 2 !	88 !	22,8	71 !	22,3	6	(2)
		re	0	91	22,6	66	22,1		
		li	2	89	21,4	69	20,9	- 8	(2)
		li	3 !	92 !	21,2	69	20,7		
		li				67 !	20,4		
54	o. A.	re	13	94	21,5	71	21,1	8	(3)
		re	6 !	97 !	21,4	69	21,0		
		re	10	96	21,3	72	20,9		
						70 !	20,7		
		li	6 !	95 !	21,9	63 !	21,4	-10	(4)
55	Javaner	li	5	95	21,7	66	21,2		
		li	4	94	21,5	74	21,0		
		re	- 1 !	92 !	23,4	66	22,9	9	(3)
		re	3	93	23,1	67 !	22,6		
		li	5 !	97 !	23,6	72 !	23,1	6	(3)
56	Malaye	li	8	98	23,3	66	23,0		
		li				71	22,8		
		re	- 2 !	83 !	22,2	59 !	21,7	- 2	(3)
		re	- 5	85	22,0	62	21,5		
		li	- 2	85	23,4	65 !	22,7	27	(2)
		li	- 1 !	90 !	23,2	72	22,4		

Tabelle II.

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
57	Chinese	re	8 !	99 !	22,0	71 !	21,5	6	(2)
		li	5 !	95 !	22,2	71 !	21,7	8	(2)
		li	4	96	22,0	74	21,5		
58	Afrikaner	re	19 !	108 !	23,2	80 !	22,7	0	(2)
		re	19	110	23,0	77	22,5		
		li	13 !	102 !	22,5	71	22,0	0	(3)
		li	13	102	22,5	72	21,7		
59	Malaye	re	9 !	105 !	22,6	67	22,1	0	(3)
		re	9	97	22,3	67 !	21,8		
		li	10	103	22,6	69	22,4	0	(3)
		li	10 !	104	22,9	69 !	22,1		
60	Chinese	re	- 1 !	94 !	22,1	61	21,7	0	(2)
		re	- 7	92	21,9	65 !	21,6		
		li	1 !	101 !	22,2	66 !	21,7	-	
		li				64	21,2		
		li				68	21,0		
61	Chinese	re	6 !	97 !	22,5	66 !	22,0	0	(4)
		re	9	97	22,3	68	21,8		
		re	7	96	22,1	71	21,6		
		li	4 !	89 !	22,7	59	22,2	2	(2)
		li	11	87	22,5	62	22,0		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
62	Chinese	re	10 !	103 !	22,9	78 !	22,4	0	(3)
		re	9	106	22,6	78	22,3		
		re				75	22,1		
63		li	7 !	98 !	22,4	58	22,1	2	(3)
		li	4	104	22,1	56 !	21,9		
	Chinese	re	11	92	22,3	71 !	21,5	18	(5)
		re	7 !	96 !	22,0	69	21,3		
		re	9	95	21,8				
64		li	4	92	21,6	66	21,3	-22	(1)
		li	5 !	95 !	21,5	69	21,1		
		li				71 !	21,0		
	Singhalese	re	3 !	98 !	22,8	64	22,5	8	(3)
65		re	1	98	22,6	66 !	22,3		
		re	4	96	22,5	68	22,0		
		li	- 5 !	88 !	23,2	64 !	22,8	0	(3)
		li	1	89	23,0	62	22,5		
	Malaye	re	4	102	22,8	79 !	22,1	6	(3)
		re	9 !	105 !	22,6	74	21,9		
		li	7	94	21,4	71	20,9	10	(2)
		li	6 !	96 !	21,2	69 !	20,7		
		li	9	99	21,0	73	20,5		
66	Inder	re	1	93	22,8	64 !	22,2	- 4	(3)
		re	1 !	93 !	22,7	63	22,0		
		re	3	90	22,5	65	21,5		

Tabelle II

Nr.	Schbez.	Seite	alpha	beta	SH 1 (cm)	gamma	SH 2 (cm)	delta	(1-6)
66	Inder	li	5 !	101 !	23,0	70	22,5	8	(3)
		li	4	103	22,7	67 !	22,2		
68	o. A.	re	12 !	104 !	21,2	63 !	20,5	2	(2)
		re	10	98	21,0	66	20,2		
		li	9 !	95 !	21,0	65 !	20,5	-	
		li	10	94	20,8	67	19,5		
69	Inder	re	- 1	87	23,1	66	22,1	6	(3)
		re	- 3	87	22,6	57 !	21,8		
		re	- 2 !	85 !	22,3				
		li	1 !	89 !	23,1	59	22,9	-	
		li				52 !	22,6		
70	Inder	re ---							
		li	16 !	96 !	23,0	70	22,5	0	(1)
		li	12	97	22,9	70 !	22,4		
71	Inder	re	8 !	99 !	22,5	68 !	22,0	12	(2)
		re	11	99	22,3	59	21,8		
		re	11	98	22,2	69	21,6		
		li	15 !	98 !	22,3	73 !	21,8	11	(3)
		li	20	94	22,0	73	21,7		
		li				72	21,5		
73	Inder	re	4 !	98 !	23,3	71 !	22,8	15	(2)
		re	15	104	23,1	70	22,6		
		re				70	22,5		
		li	11 !	102 !	23,0	75 !	22,5	27	(2)
		li	14	102	22,7	74	22,2		

Tabelle III

Ergebnisse der Winkel- und Streckenmessungen zum Verlauf der Labyrinth- bzw. der Innenohrlängsachse

Nr. = Schädelkennziffer
 Schbez. = Schädelbezeichnung
 o. A. = ohne Angaben
 SH 1 = Schichthöhe der Bogengangfigur
 SH 2 = Schichthöhe der Querschnittsfigur der Schnecke
 x = Lot von der Mitte der Verbindungslinie der Querschnittsfiguren der Schenkel des hinteren Bogenganges auf die ONE
 y = Lot von der Mitte der Basis der Querschnittsfigur der Schnecke auf die ONE
 x', y' = die um den Vergrößerungsfaktor der jeweiligen Schichthöhe reduzierten Werte von x und y

pi = Neigung der Labyrinthlängsachse zur ONE in Grad
 epsylon = Winkel zwischen der Innenohrlängsachse und der Mediosagittalen in Grad

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	x' (mm)	y' (mm)	pi	epsylon
1	o. A.	re	22,9	8,5	22,2	3,2	6,2	2,4	28	56
		li	23,1	6,0	22,6	1,3	4,3	0,9	34	50
2	o. A.	re	22,5	13,5	22,0	9,6	9,8	7,1	28	54
		li	22,9	6,5	22,4	2,4	4,7	1,8	30	51
4	Afrikaner	re	22,7	6,9	22,2	2,3	5,0	1,7	33	50
		li	22,7	-1,8	22,2	-7,6	-1,3	-5,6	40	55
6	Canarier	re	23,2	5,3	22,7	0,5	3,8	0,4	34	61
		li	22,6	6,0	22,0	0	4,4	0	36	53
7	o. A.	re	21,6	13,0	20,9	7,5	9,6	5,6	30	56
		li	22,0	8,2	21,5	4,2	6,0	3,1	30	53

Tabelle III

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	x'(mm)	y'(mm)	pi	epsylon
8	o. A.	re li	22,3 22,2	3,2 2,8	21,8 21,7	0 -1	2,3 2,1	0 -0,7	25 29	53 51
9	o. A.	re li	22,3 22,5	9,5 4,1	21,8 22,0	5,2 0,8	6,9 3,0	3,8 0,6	27 26	54 53
10	Russe	re li	22,8 22,6	10,8 6,5	22,4 22,1	7,0 3,6	7,8 4,7	5,1 2,7	34 22	55 53
11	Chinese	re li	22,5 22,5	1,2 2,4	22,0 22,0	-0,9 -0,8	0,9 1,8	-0,7 -0,6	18 26	50 53
12	Deutscher	re li	21,8 22,8	0,6 1,6	21,3 22,3	-3,0 -2,6	0,4 1,2	-2,2 -1,9	27 31	57 53
13	o. A.	re --- li	22,5	6,0	22,0	2,1	4,4	1,5	30	60
14	o. A.	re li	24,0 22,5	5,9 8,1	23,5 22,0	2,5 3,5	4,2 5,9	1,8 2,6	25 34	56 50
15	Afrikaner	re li	22,9 23,2	-4,8 0,6	22,4 22,7	-8,0 -3,6	-3,5 0,4	-5,8 2,6	25 30	52 53
16	Deutscher	re li	22,0 21,8	7,0 -0,8	21,5 21,0	1,0 -4,1	5,1 -0,6	0,7 -3,0	41 17	55 50
17	Deutscher	re li	23,6 22,4	8,8 4,0	23,1 21,9	4,9 0	6,3 2,9	3,5 0	29 30	61 50
18	Deutscher	re li	23,2 22,6	2,0 3,8	22,7 22,1	-2,2 -1,6	1,4 2,8	-1,6 -1,2	30 39	56 50

Tabelle III

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	x' (mm)	y' (mm)	pi	epsylon
19	Chinese	re li	21,0 ---	-1,0	20,5	-3,3	-0,7	-2,5	20	-
20	Grönländer	re li	22,6 21,4	-2,6 -3,8	22,1 20,9	-8,2 -9,0	-1,9 -2,8	-6,0 -6,7	39 38	51 54
21	Malaye	re li	23,5 23,1	6,8 4,5	23,0 22,6	1,2 -0,8	4,9 3,3	0,9 -0,6	39 38	57 52
22	Chinese	re li	22,2 22,2	7,6 1,0	21,5 21,7	2,2 -4	5,6 0,7	1,6 -3,0	29 37	54 61
23	Chiote	re li	23,0 22,3	7,2 5,8	22,4 22,0	4,6 2,0	5,2 4,2	3,4 1,5	17 28	51 51
24	Canarier	re li	21,8 23,5	6,1 7,5	21,3 22,8	2,2 1,6	4,5 5,4	1,6 1,2	30 31	53 51
26	Großrusse	re li	23,2 21,8	2,8 1,9	22,7 21,3	-1,0 -2,8	2,0 1,4	-0,7 -2,1	28 35	51 50
27	o. A.	re li	23,3 23,1	1,8 -1,3	22,8 22,6	-1,6 -3,3	1,3 -0,9	-1,2 -2,4	27 17	51 50
28	Deutscher	re li	22,4 22,0	5,8 3,2	21,9 21,5	4,3 0,8	4,2 2,4	3,2 0,6	12 20	51 51
29	o. A.	re li	22,9 23,0	2,2 -0,8	22,4 22,4	-3,0 -4,0	1,6 -0,6	-2,2 -2,9	37 21	55 52
30	Großrusse	re li	23,1 22,4	1,8 5,8	22,4 21,9	-2,2 0,6	1,3 4,2	-1,6 0,4	22 37	42 -

Tabelle III

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	x' (mm)	y' (mm)	pi	epsylon
31	Deutscher	re	22,3	11,0	21,5	7,1	8,0	5,3	19	54
	li		22,4	8,0	21,9	3,8	5,8	2,8	31	55
32	o. A.	re	22,2	1,6	21,6	-1,6	1,2	-1,2	22	53
	li		22,9	0	22,4	-2,5	0	-1,8	19	56
33	o. A.	re	23,5	13,0	22,8	9,1	9,4	6,6	22	55
	li		22,8	7,8	22,1	4,0	5,7	2,9	22	54
34	Deutscher	re	21,9	0	21,4	-3,4	0	-2,5	26	53
	li		21,8	1,3	21,8	-2,5	1,0	-1,8	28	53
35	Siamese	re	23,3	0,3	22,8	-5,2	0,2	-3,8	39	56
	li		22,4	0	21,9	-5,6	0	-4,1	39	55
36	Malaye	re	22,2	0	21,7	-3,2	0	-2,4	26	59
	li		22,0	-2,3	21,5	-4,3	-1,0	-3,2	24	53
37	o. A.	re	23,4	1,2	22,9	-1,6	0,9	-1,2	23	53
	li		22,6	-0,3	22,2	-3,0	-0,2	-2,2	26	52
38	o. A.	re	21,4	-0,3	20,9	-3,4	-0,2	-2,5	25	57
	li		22,0	0	21,4	-2,6	0	-1,9	17	57
39	Chinese	re	23,3	2,9	22,8	-2,0	2,1	-1,4	35	54
	li		22,5	3,2	22,0	-2,0	2,3	-1,5	37	55
40	o. A.	re	22,7	8,8	22,0	2,3	6,4	1,7	34	50
	li		23,3	6,2	22,8	-0,3	4,5	-0,2	44	50
41	Javaner	re	23,0	1,3	22,5	-2,6	0,9	-1,9	29	56
	li		22,0	2,3	21,5	-1,8	1,7	-1,3	30	54

Tabelle III

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	y' (mm)	y" (mm)	pi	epsylon
42	Großrusse	re	22,9	4,6	22,4	1,0	3,3	0,7	27	56
	li		21,6	9,2	21,1	4,4	6,8	3,2	36	52
43	Chinese	re	23,5	4,1	23,0	0	2,9	0	30	61
	li		22,5	2,2	22,0	- 3,6	1,6	- 2,6	40	61
44	Deutscher	re	22,7	3,1	22,2	- 0,8	2,2	- 0,6	30	58
	li		22,2	2,0	21,7	- 1,2	1,5	- 0,9	26	56
45	Großrusse	re	22,7	5,0	22,2	2,5	3,6	1,8	20	58
	li		22,2	6,0	21,7	0,8	4,4	0,6	37	52
46	o. A.	re	22,5	11,0	21,7	6,2	8,0	4,6	23	49
	li		22,8	13,6	22,1	9,9	9,9	7,3	20	51
48	Peruaner	re	23,4	6,2	22,9	1,3	4,5	0,9	36	57
	li		22,2	8,5	21,5	3,1	6,3	2,3	30	50
49	Siamese	re	22,6	5,1	22,1	3,0	3,7	2,2	16	56
	li		23,2	9,3	22,7	5,6	6,7	4,1	27	51
51	o. A.	re	21,7	8,3	21,2	5,8	6,1	4,3	20	55
	li		21,7	5,1	21,2	2,6	3,8	1,9	21	54
52	Inder	re	22,8	4,1	22,3	1,8	3,0	1,3	18	51
	li		23,8	8,1	23,3	4,3	5,8	3,1	28	54
53	Deutscher	re	22,8	4,8	22,3	3,0	3,5	2,2	14	51
	li		21,2	4,3	20,4	- 0,5	3,2	- 0,4	24	49
54	o. A.	re	21,4	3,5	20,7	0	2,6	0	20	59
	li		21,9	2,3	21,4	- 0,3	1,7	- 0,2	21	51
55	Javaner	re	23,4	5,0	22,6	1,6	3,6	1,2	17	58
	li		23,6	4,6	23,1	- 1,2	3,3	- 0,9	40	52

Tabelle III

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	x' (mm)	y' (mm)	pi	epsylon
56	Malaye	re li	22,2 23,2	9,0 8,0	21,7 22,7	4,0 3,8	6,6 5,8	3,0 2,8	36 30	52 51
57	Chinese	re li	22,0 22,2	2,1 3,1	21,5 21,7	-1,5 -0,8	1,5 2,3	-1,1 -0,6	28 30	57 54
58	Afrikaner	re li	23,2 22,5	3,9 3,6	22,7 21,7	0,3 0,9	2,8 2,6	0,2 0,7	27 13	53 49
59	Malaye	re li	22,6 22,9	5,8 0,8	21,8 22,1	2,6 -3,5	4,2 0,6	1,9 -2,6	16 21	57 58
60	Chinese	re li	22,1 22,2	3,5 3,6	21,6 21,7	-1,6 -0,6	2,6 2,6	-1,2 -0,4	37 31	58 52
61	Chinese	re li	22,5 22,7	5,3 4,3	22,0 22,2	2,0 -1,3	3,9 3,1	1,5 -1,0	26 39	56 56
62	Chinese	re li	22,9 22,1	1,8 1,8	22,4 21,9	-3,0 -1,4	1,3 1,3	-2,2 -1,0	35 25	51 65
63	Chinese	re li	22,0 21,5	0 -0,3	21,5 21,0	-4,0 -4,3	0 -0,2	-3,0 -3,2	31 31	57 57
64	Singhalese	re li	22,8 23,3	7,0 7,6	22,3 22,8	3,4 3,1	5,1 5,5	2,5 2,2	28 34	49 52
65	Malaye	re li	22,6 21,2	2,8 2,3	22,1 20,7	-0,5 -1,0	2,0 1,7	-0,4 -0,7	26 25	50 50
66	Inder	re li	22,7 23,0	5,3 0,8	22,2 22,2	1,0 -4,8	3,9 0,6	0,7 -3,5	33 27	55 59

Tabelle III

Nr.	Schbez.	Seite	SH 1 (cm)	x (mm)	SH 2 (cm)	y (mm)	y' (mm)	y' (mm)	pi	epsilon
68	o.A.	re	21,2	- 2,8	20,5	- 6,0	- 2,1	- 4,5	19	54
		li	21,0	- 5,0	20,5	- 11,0	- 3,7	- 8,2	42	54
69	Inder	re	22,3	5,5	21,8	1,2	4,0	0,9	32	54
		li	23,1	8,8	22,6	4,0	6,4	2,9	35	55
70	Inder	re ---								
		li	23,0	5,5	22,4	1,0	4,0	0,7	29	57
71	Inder	re	22,5	1,2	22,0	- 2,1	0,9	- 1,5	25	57
		li	22,3	1,6	21,8	- 2,3	1,2	- 1,7	31	60
73	Inder	re	23,3	1,8	22,8	- 1,8	1,3	- 1,3	27	53
		li	23,0	- 1,0	22,5	- 3,8	- 0,7	- 2,8	23	51

Tabelle IV

Statistische Auswertung der Winkel- und Streckenmessungen an Schichtaufnahmen der axial eingestellten Felsenbeinpyramide.

n = Anzahl der untersuchten Felsenbeine

M = Mittelwert

s = Standardabweichung

I. Alle Felsenbeine

a.) Alpha	n = 129	M = 4,7°	s = +/- 6,0°
b.) Beta	n = 129	M = 94,6°	s = +/- 7,0°
re.	n = 64	M = 95,2°	s = +/- 7,5°
li.	n = 65	M = 94,0°	s = +/- 6,4°
c.) Gamma	n = 129	M = 66,0°	s = +/- 6,7°
d.) Delta	n = 112	M = 5,0°	s = +/- 10,6°
über 2 mm	n = 56	M = 4,0°	s = +/- 7,2°
über 3 mm	n = 16	M = 5,3°	s = +/- 9,2°
über 4 mm	n = 6	M = 10,0°	s = +/- 6,8°
e.) Epsilon	n = 127	M = 53,9°	s = +/- 3,4°
f.) Pi	n = 129	M = 28,5°	s = +/- 7,3°
g.) X`	n = 129	M = 2,9 mm	s = +/- 2,7 mm
h.) Y`	n = 129	M = 0,0 mm	s = +/- 2,7 mm

Die Berechnung der Standardabweichung erfolgte nach der Formel:

$$s = \sqrt{\frac{1}{n} \sum x_i^2 - \left(\frac{1}{n} \sum x_i \right)^2}$$

Die Berechnung des Korrelationskoeffizienten erfolgte nach der Formel
(PEARSON-BRAVAIS):

$$r = \frac{\sum xy - N \bar{x} \bar{y}}{\sqrt{(\sum x^2 - N \bar{x}^2)(\sum y^2 - N \bar{y}^2)}}$$

Tabelle IV

II. Korrelationen

a.) Alpha und Beta korrelieren (Abb. 8)

$$r = 0,7$$

$$y_{\beta} = 89,9 + x_{\alpha}$$

b.) Alpha und Gamma korrelieren (Abb. 9)

$$r = 0,6$$

$$y_{\gamma} = 62,8 + 0,7 x_{\alpha}$$

c.) X' und Y' korrelieren

$$r = 0,95$$

$$y' = -2,77 + 0,96 x'$$

d.) Alpha und Delta korrelieren nicht

$$r = -0,1$$

$$y_{\delta} = 8,3 + (-0,3 x_{\alpha})$$

e.) Alpha und Epsilon korrelieren nicht

$$r = 0,1$$

$$y_{\epsilon} = 53,9 + 0 x_{\alpha}$$

f.) Epsilon und Pi korrelieren nicht

$$r = 0,13$$

$$y_{\pi} = 14,28 + 0,25 x_{\epsilon}$$

Tabelle IV

III. Gegenüberstellung der Meßergebnisse an europäischen Schädeln
mit denen an außereuropäischen Schädeln.

a.) Alpha	Europide	n = 34	M = 4,6 ⁰	s = +/- 5,8 ⁰
	Außereurop.	n = 60	M = 5,3 ⁰	s = +/- 6,4 ⁰
	- Chinesen	n = 19	M = 5,6 ⁰	s = +/- 2,5 ⁰
	- Inder	n = 11	M = 7,0 ⁰	s = +/- 5,6 ⁰
	- Malayen	n = 10	M = 0,3 ⁰	s = +/- 7,3 ⁰
b.) Beta	Europide	n = 34	M = 92,4 ⁰	s = +/- 6,8 ⁰
	Außereurop.	n = 60	M = 96,3 ⁰	s = +/- 8,3 ⁰
	- Chinesen	n = 19	M = 97,2 ⁰	s = +/- 3,8 ⁰
	- Inder	n = 11	M = 97,6 ⁰	s = +/- 7,3 ⁰
	- Malayen	n = 10	M = 91,0 ⁰	s = +/- 10,0 ⁰
c.) Gamma	Europide	n = 34	M = 65,3 ⁰	s = +/- 6,6 ⁰
	Außereurop.	n = 60	M = 67,2 ⁰	s = +/- 7,0 ⁰
	- Chinesen	n = 19	M = 66,5 ⁰	s = +/- 5,7 ⁰
	- Inder	n = 11	M = 68,2 ⁰	s = +/- 8,2 ⁰
	- Malayen	n = 10	M = 64,1 ⁰	s = +/- 7,0 ⁰
d.) Delta	Europide	n = 30	M = 6,5 ⁰	s = +/- 12,6 ⁰
	Außereurop.	n = 52	M = 4,3 ⁰	s = +/- 8,2 ⁰
	- Chinesen	n = 17	M = 2,3 ⁰	s = +/- 8,8 ⁰
	- Inder	n = 10	M = 8,0 ⁰	s = +/- 8,5 ⁰
	- Malayen	n = 8	M = 5,3 ⁰	s = +/- 9,0 ⁰
e.) Epsilon	Europide	n = 33	M = 53,2 ⁰	s = +/- 4,2 ⁰
	Außereurop.	n = 59	M = 54,5 ⁰	s = +/- 4,4 ⁰
	- Chinesen	n = 18	M = 56,2 ⁰	s = +/- 4,1 ⁰
	- Inder	n = 11	M = 55,0 ⁰	s = +/- 4,2 ⁰
	- Malayen	n = 10	M = 53,9 ⁰	s = +/- 3,3 ⁰

Tabelle IV

f.) Pi	Europide	n = 34	M = 27,8°	s = +/- 7,4°
	Außereurop.	n = 60	M = 29,7°	s = +/- 6,9°
	- Chinesen	n = 19	M = 30,7°	s = +/- 6,4°
	- Inder	n = 11	M = 28,0°	s = +/- 4,6°
	- Malayen	n = 10	M = 28,1°	s = +/- 7,1°
g.) X`	Europide	n = 34	M = 3,4 mm	s = +/- 2,2 mm
	Außereurop.	n = 60	M = 2,2 mm	s = +/- 2,4 mm
	- Chinesen	n = 19	M = 1,8 mm	s = +/- 1,5 mm
	- Inder	n = 11	M = 2,7 mm	s = +/- 2,2 mm
	- Malayen	n = 10	M = 2,8 mm	s = +/- 2,4 mm
h.) Y`	Europide	n = 34	M = 0,6 mm	s = +/- 2,1 mm
	Außereurop.	n = 60	M = -0,6 mm	s = +/- 2,4 mm
	- Chinesen	n = 19	M = -1,2 mm	s = +/- 1,3 mm
	- Inder	n = 11	M = -0,1 mm	s = +/- 2,0 mm
	- Malayen	n = 10	M = -0,1 mm	s = +/- 2,0 mm

DANKSAGUNG

Herrn habil. Dr. med. R. Krieg danke ich herzlich für die Überlassung des Themas und die zahlreichen wertvollen Anregungen zur Gestaltung der Arbeit.

Bei der statistischen Auswertung der Meßergebnisse hat mich Herr Dipl. Phys. Rödel in dankenswerter Weise unterstützt.

Das Untersuchungsmaterial wurde freundlicherweise vom Natur-Museum und Forschungs-Institut "Senckenberg" in Frankfurt und vom Anatomischen Institut der Universität Münster zur Verfügung gestellt, wofür ich mich an dieser Stelle ebenfalls bedanke.

Ohne die großzügige Unterstützung durch die Personalstellen der Bundeswehr hinsichtlich des zeitlichen und apparativen Aufwandes für die Durchführung des experimentellen Teiles der Arbeit wären diese Untersuchungen nicht möglich gewesen. Dafür bedanke ich mich vielmals. Besonderer Dank gilt dabei dem Leiter der Röntgenabteilung des Bundeswehrkrankenhauses Gießen, Herrn Dr. med. Grothe.

LEBENS LAUF

Am 8. 11. 1943 als zweiter Sohn des Molkereiverwalters Johannes Schievelbein und dessen Ehefrau Sitta, geb. Müller, in Ueckermünde, Vorpommern, geboren, besuchte ich von 1950 - 54 die Volksschule in Bad Harzburg und anschließend das dortige Gymnasium, an dem ich 1963 die Reifeprüfung ablegte. Im Anschluß an einen zwölfmonatigen Wehrdienst studierte ich von 1964 - 67 Humanmedizin an der Universität Hamburg und bestand dort im Oktober 1966 die ärztliche Vorprüfung. Von 1967 - 70 setzte ich das Medizinstudium an der Universität Bonn fort, wo ich am 9. 2. 1970 die ärztliche Prüfung ablegte.

In der Folgezeit arbeitete ich als Medizinalassistent an der Universitäts-Hautklinik und an der Medizinischen Universitätsklinik in Bonn sowie an der chirurgischen Abteilung der Städtischen Krankenanstalten in Goslar.

Von Juli 1971 - Juli 1972 war ich als Sanitätsoffizier auf Zeit im Bundeswehrkrankenhaus Hamm auf der Röntgenabteilung tätig und bin gegenwärtig als Truppenarzt in Fritzlar beschäftigt.

FOTO-DRUCK LENZ · 63 Gießen · Riegelpfad 32/Ecke Ludwigstraße
Telefon 0641 - 77449